BIBLIOTHECAE
ELECTORALIS
MONACENSIS.
Ch. Wink. del.
Söckler sc. 1779.

Ph. 922. a.

<36605760810017

<36605760810017

Bayer. Staatsbibliothek

Phyt. 202

Hist. nat. Regn. vegetabile
Opp. var. regn. vegetab. ill. 502.

~~Phyt. N°. 127.~~

Bemerkungen

über

den Einfluß der Luft und einiger gasartigen Stoffe

auf die

Keimung verschiedner Saamenkörner,

mitgetheilt

von den Bürgern

Franz Huber,

Mitglied verschiedener gelehrter Gesellschaften,

und von

Johann Senebier,

Mitglied des National-Instituts 2c.

In

einer freyen Uebersetzung

herausgegeben

vom

Commissions-Rath Riem,

der Churfürstl. Sächsisch. Leipziger ökonomischen Societät beständigem Secretär, auch von mehrern andern ökonomischen und naturforschenden Gesellschaften ordentlichem und Ehren-Mitgliede.

Hannover,

bey den Gebrüdern Hahn, 1805.

sah ich mich nach einigen Versuchen allemal von allen Seiten gehemmt, sobald ich neue Proben dabey machen wollte.

Niederschlagend, das ist nicht zu läugnen, ist diese Idee für diejenigen, welche die Wissenschaft nach ihrem ganzen Umfange studieren wollen; doch berechtigt sie auch diejenigen zu großen Erwartungen, die sie nur in einzelnen Stücken vervollkommnen wollen. Sie können sicher darauf rechnen, daß es auch nicht eine Pflanzenart giebt, die nicht die wichtigsten Entdeckungen veranlassen könnte; daß man von keinem einzigen ihrer Werkzeuge genau weiß, wie es beschaffen und wozu es bestimmt ist; und daß auch nicht eine einzige

ihrer Wirkungen die Fackel der Beobachtung und der Erfahrung ohne Nahrung läßt. Das Leben eines arbeitsamen und talentvollen Mannes würde zu kurz seyn, um ein einziges Geheimniß des Wachsthums zu erforschen, und wie viele mag es deren geben! Es wäre zu wünschen, daß einige philosophische Botaniker sich in dieser Arbeit theilten, und sie dann ihren Zöglingen zur Fortsetzung vermachten; nur dann könnte man gründliche Aufschlüße erwarten; denn man würde in den Stand gesetzt werden, die Verbindung zu fassen, welche die beobachteten Thatsachen unter sich verknüpft.

Es macht mir daher wahre Freude, daß sich mein Freund Decondolle mit dem Einfluße des Lichtes

auf die Pflanzen, und mit der Beobachtung ihrer Poren und ihres rindenartigen Netzes beschäftiget. Die Fortschritte, die er in diesen delikaten Untersuchungen schon gemacht hat, sind eine glückliche Vorbedeutung, welche wichtige Entdeckungen er noch machen kann, wenn er diese interessanten Untersuchungen zur Aufklärung der Physiologie der Pflanzen fortsetzt.

Dies ist nun auch die Absicht, in welcher ich die Versuche öffentlich mittheile, die wir, mein Freund Franz Huber und ich, über die Keimung gemacht haben, oder vielmehr, daß ich einige Bruchstücke aus der großen Geschichte dieser Wirkung der Natur erzähle. Ich hielt es für Schuldigkeit, einige Versuche von Desaussüre dem jüngern hinzu-

zufügen, welcher Thatsachen beobachtet hat, die uns auf eine etwas abweichende Art aufgestoßen sind; und da die strenge Genauigkeit bekannt ist, mit welcher er seine Versuche anstellte, so war es auch von dieser Seite nöthig, seine Resultate bekannt zu machen. Eben so nützlich schien es mir, die Versuche bey der Keimung der Pflanzen zu erwähnen, die Lefevre angestellt und kürzlich herausgegeben hat, weil unsre Beobachtungen mit den seinigen nicht übereinstimmten. Diese Verschiedenheit berechtigt aber so wenig zu einem Tadel über ihn, als uns, und ich verehre die Wahrheit mit gerechtem Mißtrauen, das ich in unser Verfahren und in die Art und Weise setze, mit welcher wir so delikate Gegenstände

beob-

beobachteten, die nach meiner Meinung nie einen entscheidenden und beissenden Ton erlauben.

Noch muß ich zum Schlusse eine Bemerkung hinzusetzen, die mich angeht. Ich habe gefunden, daß einige berühmte Schriftsteller geglaubt haben, Ingenhous habe an meiner Entdeckung, die Kohlensäure in grünen, dem Lichte ausgesetzten Pflanzentheilen aufzulösen, Antheil gehabt. Sie haben wahrscheinlich gedacht, wir beschäftigten uns immer mit einerley Gegenständen auf einerley Art, weil wir uns einigemal mit einerley Gegenständen beschäftigt hatten; allein die Verschiedenheit unsrer Meinungen konnte doch dem Publikum nicht unbekannt bleiben,

ben, und namentlich bestreitet Ingen-
hous die Auflösung der Kohlensäure
in den Pflanzen in der XXIV. Tafel,
S. 345. im Journal der Phy-
sik 1784. Ich hatte diese Auflösung
im Jahre 1783 in einem Werke mit
folgendem Titel bekannt gemacht: Re-
cherches sur l'influence de
la lumière solaire pour mé-
tamorphoser l'air fixe en air
pur par la végétation. In-
genhous erklärt die Art, wie die
Pflanzen eine unerschöpfliche Quanti-
tät Luft einsaugen, welche sie enthal-
ten, indem er annimmt, daß sie fähig
seyn, das Wasser durch Hülfe der Son-
ne in Lebensluft zu verwandeln, Ta-
fel XXV. S. 439. und in der Ta-
fel XXXIV. nimmt er nur gleichsam
als

als wahrscheinlich an, daß die fixe Luft sich in den Pflanzenstoffen in reine Luft verwandle. Endlich bestätigt Morveau das, was ich in dem Dictionnaire de Chymie de l'Encyclopédie méthodique, Tafel I. S. 100, bewiesen habe.

Inhaltsanzeige.

Erster Aufsatz. Ueber den Einfluß der Luft auf das Keimen verschiedener Sämereyen.

Seite

§. 1. Veranlassung zu diesen Abhandlungen. 1
— 2. Plan dieser Abhandlungen. 8
— 3. Versuche über die Keimung in der Stickluft. 12
— 4. Versuche über die Keimung in der Lebensluft. 16
— 5. Versuche über die Keimung in der atmosphärischen Luft. 27
— 6. Versuche über die Keimung in einem veränderten Verhältnisse der Stick- und Lebensluft. 29
— 7. Beobachtete Erscheinungen an der wiederholten Keimung in derselben atmosphärischen Luft. 35

Zwey-

Zweyter Aufsatz. Von dem Einfluße der Luft und einiger gasartigen Substanzen auf die Keimung verschiedener Saamenkörner.

Seite.

Vorerinnerungen. 47

§. 8. Versuche bey ber Keimung der Saamenkörner in der Kohlensäure. 48

— 9. Versuche im Wasserstoffgas, (brennbare Luft) welches durch Säure aus den Metallen gezogen. 50

— 10. Versuche in der Absicht angestellt, um zu entdecken, wie viel Lebenskraft zur Keimung der Saamenkörner, die ihres Einflußes bedürfen, erforderlich sey. 51

— 11. Versuche zur Entdeckung der Verhältnisse der Stickluft, des Wasserstoffgases und der Kohlensäure, welche durch Vermischung mit Lebensluft der Keimung hinderlich und gefährlich werden können. 59

— 12. Neue Versuche an den Mischungen des Wasserstoffgases und des Stickstoffgases mit der Lebensluft, (Sauerstoffgas) in welchen die Saamenkörner nach einigen wiederholten Keimungen nicht mehr keimen wollten. 73

— 13. Versuche an der Keimung der Saamenkörner, welche um zu keimen in kleine Gefäße gelegt wurden, in welchen die atmosphärische Luft erneuert werden konnte. 79

Dritt=

Dritter Aufsatz. Von dem Einfluße der Luft und einiger gasartigen Stoffe auf die Keimung verschiedener Saamenkörner.

Seite.

§. 14. Der Einfluß verschiedener in der Luft verbreiteter Ausflüsse auf die Keimung. 82
— 15. Hauptfolgerungen aus den vorhergehenden Versuchen. 90

Vierter Aufsatz. Von dem Einfluße der Luft und einiger gasartigen Stoffe auf die Keimung verschiedener Saamenkörner.

Einleitung. 107
— 16. Von der Keimung der Erbsen unter Wasser. 108
— 17. Gase, durch Erbsen erzeugt, die unter Wasser gelegt wurden. 134

Fünfter Aufsatz. Von dem Einfluße der Luft und einiger gasartigen Stoffe auf die Keimung verschiedener Saamenkörner.

— 18. Von der Keimung der Saamenkörner im Wasserstoffgase. 139
— 19. Versuche bey der Keimung einiger Saamenkörner in Stickluft. 151
— 20. Versuche bey der Keimung der Saamenkörner im kohlensauren Gase. 153

§. 21.

Seite.
§. 21. Versuche, die mit Oel über die Keimung einiger Saamenkörner gemacht worden. 155
— 22. Widersprechende Erfahrungen von Desaussüre. 156
— 23. Hypothese zur Erklärung dieser Erscheinungen. 162

Sechster Aufsatz. Von der Zersetzung des Wassers bey der Keimung, und folglich auch bey dem Wachsthume der Pflanzen. 168

Erster

Aufsätze

über den Einfluß der Luft und einiger gasartigen Substanzen oder Stoffe auf das Keimen verschiedener Sämereyen.

Erster Aufsatz.

Ueber den Einfluß der Luft auf das Keimen verschiedener Sämereyen.

§. 1.

Veranlassung zu diesen Aufsätzen.

Die Veranlassung, welcher die in diesen Aufsätzen enthaltenen Erfahrungen ihren Ursprung zu danken haben, ist ein sinnreicher Gedanke von Huber, um die Stelle eines Luftgütemessers (eudiomètre) zu ersetzen, den er nicht bey der Hand hatte. Wie oft ist das der Fall, daß die Aufmerksamkeit von ohngefähr durch eine Erscheinung gespannt wird, die man anfangs nicht geachtet hatte, sich nun

dabey verweilt, um sie näher zu bestimmen, und auf diese Art den ersten Anlaß zu einer Arbeit findet, die man sich anfänglich nicht eingebildet, ja, die man zu unternehmen nicht gewagt hätte, wenn man ihren Umfang und ihre Dauer auch geahndet haben würde. Aber je mehr Hindernisse, desto mehr Reitz für die Neugierde; je glücklicher der Fortgang, desto größer die Hofnung zu vollenden, und so wird man in eine mühsame und gränzenlose Laufbahn verwickelt, ohne daß es uns je eingefallen war, sie zu durchlaufen. Solche und ähnliche Veranlassungen haben meinen Freund Huber, ohngeachtet meiner Verwendung, zu Abweichungen gegen seine Bienen verleitet. Die Physiologie der Pflanzen hat dadurch das gewonnen, was die Zoologie dabey verlohren hat. Doch ist dies für die Wissenschaft selbst kein Verlust, weil durch seine Probe hier eben so viel neue Ideen geweckt oder aufgeklärt worden sind.

Huber wollte mitten im Monat Messidor, des 4ten Jahres (July 1796) die Reinheit des Stickgas (Gazazote) untersuchen, die er zu chemischen Versuchen an dem

Wachse

Wachse bestimmt hatte: er hatte eben keinen Luftgütemesser, um sich zu überzeugen, ob dieses Gas ganz rein von Lebensluft (de gaz oxygéne) sey. Es fiel ihm ein, wenn er Saamenkörner unter einen durch Wasser verschlossenen Recipienten mit seinem Stickgase in Berührung brächte, so würde er wahrnehmen können, ob mit dieser Luft noch Lebensluft vermischt sey, weil er die Erfahrung gemacht hatte, daß die Saamenkörner dieser Luft zum Emporkeimen bedürfen. Dieser Versuch brachte ihn auf einige andre Ideen, worüber er mir in seinen Briefen einige Fragen vorlegte, die ich ihm auflöste, und ihm durch angegebne Proben die Richtigkeit meiner Auflösungen bestätigte. Er machte diese Proben mit Nutzen, und forschte weiter nach, daher wurden sie auch eine Quelle neuer Untersuchungen und neuer Erfahrungen. Huber theilte mir in seinen Briefen das Tagebuch seiner Arbeiten und seiner Gedanken darüber mit, und war zufrieden, genau beobachtete Thatsachen gegen bloße Ideen, auf welche diese Thatsachen mich etwa führen könnten, mit mir auszutauschen.

Diese Aufsätze werden also ein kurzer Auszug aus einem sehr starken Briefwechsel seyn, der unsre Ideen, unsre Erfahrungen und ihre Untersuchung enthält, wobei ich aber bemerken muß, daß Huber alle Versuche selbst gemacht hat. Man kennt ja schon die Fähigkeiten des Verfassers der neuen Beobachtungen über die Bienen, und die Vollkommenheit, zu welcher er die Beobachtungskunst in diesem schönen Werke erhoben hat.

Ehe ich nun aber zur Darstellung der Erfahrungen selbst komme, welche diese Aufsätze enthalten sollen, die ich im 3ten Theile meiner Physiologie der Pflanzen angekündigt habe, halte ich es für wichtig, zu bemerken, daß der größte Theil der Versuche, die man im Gebiete des Pflanzenreichs macht, die genauen Resultate noch nicht ableiten kann, welche eine strenge Logik bey dem Studium der Natur glücklicherweise nothwendig gemacht hat. Man ist oft genöthigt, sich mit einer unentschiednen Beobachtung zu begnügen, weil es unmöglich ist, eine Pflanze ohne den Zusammenfluß verschiedner fremdartigwirkender Wesen treiben zu lassen, die man nicht ab-

sondern kann. Schränkt sich z. B. die Beobachtung bloß auf den Einfluß der Luft ein, so würde wegen der Trockenheit das Wachsthum dabei bald aufhören; wollte man dem Saamenkorne oder der Pflanze die Wirkung des Wassers entziehen. Derselbe Fall tritt bei Beobachtungen ein, die sich auf den Einfluß des Wassers beziehen: das Samenkorn oder die Pflanze verdirbt dabey durch die Verstopfung der Luft. Endlich bedarf eine sehr große Anzahl von Pflanzen zu ihrem Gedeihen, noch außer den beyden Substanzen der Luft und des Wassers, ganz unerläßlich der Erde, der Wärme, der Kohlensäure, (l'acide carbonique) des Lichtes. Hieraus folgt, daß man, auch bei der genauesten Kenntniß von dem nothwendigen Einfluß dieser vereinigten Substanzen auf das Wachsthum, doch den Umfang und die Natur ihrer einzelnen Wirkungsarten nicht genau bestimmen kann. So habe ich die zur Keimung der Saamenkörner erforderliche Wassermenge aus der grössern Schwere der gekeimten Körner gar wohl berechnen, aber nicht die Menge von reinem Wasser bestimmen können, welche hineinge-

drun-

drungen ist, weil ich dann auch die Masse von Erde und Kohlensäure hätte angeben müssen, welche darinnen aufgelöst war; und man weiß doch, daß selbst das abgezogene Wasser nicht ganz rein ist; eben so bekannt ist es, daß, wenn man Saamenkörner in Wasser schüttet, dieses Wasser durch eine schnelle Auflösung der aus den Körnern gesaugten Theilchen, die sich mit dem Wasser vermischen, sehr bald verunreiniget wird; daß diese Auflösung eine Gährung verursacht; daß die dadurch erzeugte Kohlensäure sich dann mit dem Wasser vermischte. Auch bey öftrer und mannichfaltig veränderter Wiederholung dieser Versuche hat mir die Verschiedenheit der daraus erfolgten Resultate, die Meinung abgenöthigt, daß diese Massen, unter sich ganz ähnlich scheinenden Umständen, doch sehr verschieden sind, und zwar besonders nach dem Grade der Feuchtigkeit und der Sonnenhitze. Alle diese Schwierigkeiten, welche ich jedesmal gefühlt habe, wenn ich den Einfluß verschiedner Flüssigkeiten, welche zur Keimung mitwirken, bestimmen wollte, scheinen mir noch unüberwindlich; doch verzweifle ich bei allem Gefühl von

der Unzulänglichkeit meiner Hülfsmittel zur Bekämpfung dieser Schwierigkeiten, noch nicht an einigen Erfolg, welchen geschicktere und glücklichere Naturforscher aus meinen Beobachtungen haben können.

Wenn man den äußern Einfluß der Natur-Stoffe (substances) nicht kennt, welche die Keimung begünstigen, so kennt man den eigentlichen Proces der Keimung selbst eben so wenig; man hat zwar die allgemeinen Resultate beobachtet, allein die einzelnen wirksamen Mittel vermuthet man mehr, als man sie in der That weiß. So kann man sich z. B. keine bestimmte Idee von dem Gebrauche der eyweiß- und dotterartigen Substanz und der Häute machen, obgleich die hohe Wichtigkeit dieser Organe außer allem Zweifel ist. Doch scheue ich mich nicht, meine Unwissenheit zu verrathen: ihr tiefes Gefühl bahnt den Weg zur wahren Einsicht; die Unruhe, die sie einflößt, spornt die Kräfte an, ihre Dunkelheiten zu zerstreuen, und weckt die Thätigkeit, die zu einem vollständigen Siege über sie erfordert wird.

§. 2.

§. 2.

Plan dieser Aufsätze.

Die Versuche, welche ich hier erzählen will, sind so erfolgt, als ob man noch nie eine Idee von der Erscheinung des Keimens gehabt hätte, und als ob man den Einfluß habe entdecken wollen, welchen die Luft auf die Entwicklung des Keimens haben kann. Jedes Experiment ist mehreremale und auf verschiedene Arten verändert wiederholt worden. Die analytische Methode, welcher ich hier folge, haben wir auch bey unsern Versuchen angewendet, denn wenn sie auch nicht sichrer zur Wahrheit führt, als andre, so ist sie doch mit weniger Mühe und mit mehr Vergnügen verknüpft und reich an Hülfsmitteln, jeden Fehler richtiger zu beurtheilen und seine Wirkungen genauer zu berechnen.

Es ist bekannt, daß der größte Theil der Pflanzen im Trocknen nicht aufwachsen, und daß sie zum Wachsthum die Berührung der Luft bedürfen. Homberg, Boerhave und die Mitglieder der gelehrten Gesellschaft von Cimento haben es durch ihre Versuche bewiesen;

sen; sie haben ferner bemerkt, daß taube Saamenkörner, selbst in diesem verdorbnen Zustande, vortreflich keimten, wenn sie vorher eingequellt, und dann der Luft ausgesetzt, oder in feuchte Erde gelegt wurden. Inzwischen, da man aus Erfahrung weiß, daß die atmosphärische Luft aus Stickluft und Lebensluft zusammengesetzt ist, so müßte man sich noch überzeugen, welche von diesen Luftarten die Keimung eigentlich begünstige; ob sie diese Wirkung lediglich durch ihre Verbindung hervorbrächten, oder ob diese Verbindung zuträglicher wäre, als der Einfluß einer einzigen Luftart, welche hierzu die wirksamste scheinen würde.

Achard und verschiedne andre Naturforscher haben schon bewiesen, daß die Saamenkörner im Stickgas, (gaz azote) im Wasserstofgas (gaz hydrogéne) und in der Kohlensäure nicht keimten; hingegen in gemeine Luft versetzt, gieng dies bey den Sämereyen vortreflich von statten, die in verschiedenen Luftarten nicht hatten keimen wollen, wenn nur diese Luftarten ihre Organe nicht zerstöret hatten; man beobachtet dies wenig-

stens

stens, wenn man sich zu diesen Versuchen der drei eben genannten Luftarten bedient. Doch so genau sich auch diese Naturforscher auf die Beobachtung dieses Umstandes eingeschränkt haben, so haben uns doch nachfolgende Untersuchungen nicht ganz überflüssig geschienen.

Ich werde also die Experimente erzählen, die Huber von den Sämereyen gemacht hat, welche verschiedene Luftarten, den Dünsten verschiedner Substanzen und ihren Vermischungen ausgesetzt waren. Ich werde zeigen, daß das allgemeine Gesetz, welches lehret, daß die Sämereyen von Natur der Lebensluft zum Keimen bedürfen, vielleicht nicht ganz ohne Ausnahme sey. Endlich werde ich aus beobachteten Thatsachen einige Folgerungen ziehen, und vor allen Dingen die Meinung von der Auflösung des Wassers durch das Wachsthum der Pflanzen untersuchen, wobei ich das von neuen prüfen werde, was ich im 3ten Theile meiner Physiologie der Pflanzen über diesen Gegenstand schon gesagt habe.

Ob ich nun gleich hier die Resultate von einer sehr großen Menge von Versuchen liefere, so ist doch meine Absicht dabei gar nicht,

sie

sie einzeln aufzuzählen; wer Lust hat sie nachzumachen, wird bey strenger Aufmerksamkeit bald gestehen müssen, daß sie unendlich oft wiederholt und verändert worden sind. Eben so wenig werde ich mich bemühen, diese Experimente zu beschreiben; die Art, sie zu machen, ist so einfach, daß eine solche Beschreibung ganz überflüssig seyn würde. Gefäße, welche durch Wasser oder andre Mittel sorgfältig verschlossen sind; luftleere wollene Zeuge, oder dergleichen angefeuchtete Schwämme; Glastafeln, mit einem feinen, durchsichtigen Zeuge bedeckt, unter welchen die Saamenkörner gelegt werden, und ein etwas starker Faden, der ins Wasser taucht, und mit dem feinen, durchsichtigem Zeuge in Verbindung steht, um die zur Keimung nöthigen Feuchtigkeiten zu unterhalten, machen beinahe alle unsre Zurüstungen aus. Sehr reine Luftarten; stark gekochtes Wasser; abgezognes Wasser; Kalkwasser bringt von selbst alle die Wirkungen hervor, die man wünschte.

Es hat Fälle gegeben, wo ich vorsätzlich, doch mit Bedauern, unbedeutende Nebendinge übersehen habe, die sich bei den Versuchen

zeig-

zeigten; vielleicht hätte die Wißbegierde aus ihnen lernen können, allein die durch sie veranlaßte Verzögerung würde die Aufmerksamkeit zerstreut, und den Fortgang der Hauptunternehmung aufgehalten haben; diese Nebendinge werden auch seltner, und immer nur von dem kleinsten Theile der Leser gefordert; ja, sie werden sogar eckelhaft, wenn sie sich häufen.

§. 3.

Versuche über die Keimung in der Stickluft.

Die Stickluft, welche bey diesen Versuchen angewendet wurde, ist die aus der gemeinen Luft. Man erhielt sie, indem man der atmosphärischen Luft durch eine Vermischung von pulverisirten Schwefel und Eisenfeilspänen mit Wasser befeuchtet, ihre Lebensluft entzog. Man schließt die gemeine Luft zwei oder drei Tage mit der atmosphärischen Luft unter Recipienten ein, welchen man durch Wasser, das den Fußboden derselben bedeckt, den Zugang der atmosphärischen Luft versagt. Ich habe allemal das Gas, welches zurückblieb,

blieb, zu 1, 97 oder zu 1, 98 verringert gefunden, wenn ich es mit gleichen Quantitäten von Salpetergeist vermischte, und ich kann mir nicht anders vorstellen, als daß, wenn die Verringerung bis zu diesen Grad gekommen ist, diese Reduction durch das Zusammenschütteln der Luftarten hervorgebracht worden ist, die sich mit dem Wasser vermischt haben, welches eine kleine Quantität in dieser Vermischung enthaltnes kohlensaures Gas auflöst, oder welches vielleicht einige Atome von der Lebensluft selbst aufnimmt. Es läßt sich denken, daß diese Lebensluft dann nicht ohne Wasserstofgas ist, allein darauf kommt es bey diesem Experimente nicht an, wie ich bei andrer Gelegenheit zeigen will. Es ist gewiß, daß sie in diesem Zustande sogleich die brennenden Körper auflöst, welche man hineintaucht; die Bienen kommen auf der Stelle darin um, ob sie gleich beinahe bis zum letzten kleinsten Ueberreste Lebensluft aus der gemeinen Luft saugen, wie Huber in einer Atmosphäre, die vor dem Eindringen gemeiner Luft verschlossen war, zu bemerken Gelegenheit hatte, wo einige Bienen das Leben verlohren.

Ich

Ich will hier ein für allemal bemerken, daß wir in diesen Aufsätzen das Keimen nur in seinem Zusammenhange mit der Atmosphäre oder mit der Luftmasse betrachten werden, in welche man die Saamenkörner legt, ohne eine zu specielle Aufmerksamkeit auf andre Nebenumstände zu richten, welche einigen Einfluß auf sie haben können, wie z. B. die Wärme, die Feuchtigkeit, die Natur der Sonne ꝛc.

Huber hat zum gewöhnlichsten Gegenstande seiner Experimente den Salatsaamen gewählt, weil dieser sehr geschwind keimt, und dies ein großer Vortheil für den ist, der langwierige und zusammenhängende Untersuchungen über diesen Gegenstand anstellen will; denn es erleichtert die Wiederholung und Veränderung der Versuche, so oft man sie für nöthig hält, gar sehr, und verstattet zugleich weniger bedeutende Versuche, ohne einen kostbaren Zeitaufwand zu machen, den man oft weit nützlicher hätte anwenden können. Huber hat bemerkt, daß der Salatsaame, der freien Luft ausgesetzt, in einem feuchten Schwamme, oder unter einem Recipienten von gehörigen

rigen Umfange, im Sommer gewöhnlich nach 22 Stunden keimte. Doch als es darauf ankam, die durch den Salatsaamen erhaltnen Resultate durch ähnliche Versuche mit den Saamenkörnern einiger andern Pflanzenarten zu bestätigen, so hat er seine Experimente verändert, und sie von neuen mit verschiednen Arten von Grassaamen, Hülsenfrüchten und andern dergl. angestellt.

Der größte Theil der Versuche ist im Dunkeln und im Hellen gemacht worden.

Der Salatsaame, in Stickluft versetzt, auf dem Wasser, oder auf einem feuchten wollenen Stücke Zeug, oder auf angefeuchtete Schwämme, oder auf Glastafeln, die mit einem feinen, durchsichtigen Zeuge überzogen, uud dann unters Wasser, in einem mit Stickluft angefüllten Recipienten versetzt waren, wollte in diesem zwangvollen Zustande nach mehreren Tagen nicht keimen, ob dies gleich in ähnlichen Recipienten, welche voll gemeiner Luft, aber auf dieselbe Art verschlossen waren, in 22 Stunden erfolgte.

Er hat dieselben Resultate in der Stickluft gefunden, auch wenn diese auf verschiedene

dene Arten erzeugt worden ist, ohne je einen Unterschied wahrgenommen zu haben. Man hat an der Luftmasse weder eine auffallende Vermehrung noch Vermindrung bemerkt, doch fand sich das Wesen der Luft etwas verändert, wie man Gelegenheit haben wird zu sehen; sie war noch mit kohlensaurem Gas vermischt, von welchem sie vorher gar nichts enthielt.

Der größte Theil der Sämereien, die in Stickluft nicht hätten keimen wollen, haben nachher oft gekeimt, wenn sie der freien Luft ausgesetzt wurden.

§. 4.

Versuche über die Keimung der Saamenkörner in der Lebensluft.

Man hat zu diesen Versuchen die Lebensluft für vorzüglicher gehalten, die aus grünen Pflanzentheilen gezogen wurde, welche der Sonne unter Wasser ausgesetzt waren, das Kohlensäure enthält; denn da sie bestimmt war, die äußerst zarten Würzelchen und Fäserchen der Saamenkörner einzuhüllen, so mußte man besorgen, daß die mineralischen und caustischen

stischen Theilchen, welche die durch Säuere und metallische Auflösungen erzeugte Lebensluft hätte enthalten können, diesen subtilen Producten schädlich werden konnten; auch schien uns diese vegetabilische Luft homogener mit der Lebensluft, welche ein wesentlicher Bestandtheil der Atmosphäre ist, weil sie sich im Sommer unaufhörlich in sie ergießt, und weil wir überhaupt die Wirkungen der atmosphärischen Lebensluft an den Saamenkörnern zu sehen wünschten. Es ist wahr, die auf diese Art aus den Pflanzen gezogne Lebensluft ist nicht ganz rein; eine Dosis dieser Luft, mit zwei Dosen Salpetergeist vermischt, ist gewöhnlich auf 0,25, oder auf 0,40 verringert; doch habe ich oft gefunden, daß eine Dosis dieser aus den Pflanzen gezognen Lebensluft mit drei Dosen Salpetergeist vermischt auf 0,40 oder auf 0,50 verringert war; demohngeachtet hat in beiden Fällen diese Luft, die allemal kohlensaures Gas und Stickluft enthält, große Vorzüge von Seiten ihrer Reinheit vor der Lebensluft, die man in der atmosphärischen Luft findet, so daß man den unmittelbaren Einfluß der Lebensluft auf die

Keimung der ihr ausgesetzten Sämereien gar wohl beurtheilen kann.

Der Salatsaame keimte in einem Dunstkreise dieser Lebensluft weit eher, als in der gemeinen Luft. Der Unterschied in der zunehmenden Geschwindigkeit des Keimens schien unter einerlei Umständen 5 bis 6 Stunden zu betragen.

Nachdem der Salatsaame in der Lebensluft gekeimt hatte, zeigte er gleich kraftvolle treibende Pflänzchen, die weit schneller wuchsen, als in der gemeinen Luft; doch bemerkte Huber, daß die Lebensluft, die das Wachsthum der Saamenkörner beförderte, ihren Pflänzchen selbst manchmal nachtheilig wurde. Er sahe sich genöthigt, nach Verlauf von 24 Stunden die Luft zu ändern, weil die Würzelchen braun wurden und einen Ansatz zur Fäulniß vermuthen ließen.

Doch, die aus den Pflanzen gezogene und zu diesen Versuchen angewendete Lebensluft befriedigte ihn noch nicht; die Neugierde trieb ihn, eine noch weit reinere Lebensluft zu versuchen. Er zog sie durch die bekannten Mittel aus Braunstein, und so wenig dieser auch

Koh=

Kohlensäure enthält, so wusch er ihn doch noch sorgfältig in Kalkwasser; allein die Keimung derselben Saamenkörner erfolgte darinnen bei weitem nicht so schnell, nicht so vollkommen und nicht so kraftvoll, als in der aus grünen Pflanzentheilen gezognen Lebensluft, die der Sonne unter Wasser, mit Kohlensäure geschwängert, ausgesetzt waren.

Folgender Versuch läßt die Ursache dieses Unterschiedes vermuthen. Huber brachte neue Saamenkörner, die er vorher in Kalkwasser gewaschen hatte, in diesen Dunstkreis der Lebensluft. Einige Saamenkörner hatten schon während des Waschens darinnen gekeimt, und die übrigen keimten dann in dieser Lebensluft auch eben so geschwind, wie in jener, die aus Pflanzen gezogen worden war. Es scheint also, daß der Unterschied zwischen der aus Braunstein gezognen Lebensluft, welcher, ehe die erste Keimung erfolgte, sorgfältig in Kalkwasser gewaschen worden war, und zwischen derselben Lebensluft, nachdem die ersten Körner in derselben gekeimt hatten, einigen Aufschluß über diese sonderbare Erscheinung geben könne. Wohlan dann, man weiß, wie wir

so eben beweisen wollen, daß in diesen beiden Fällen der Unterschied dieser Luftart nur durch das kohlensaure Gas entstanden ist, welches bey dem ersten Versuche fehlte, wohl aber mit dem zweiten verbunden war, so wie bey der aus den Pflanzen gezogenen Lebensluft. Wir sind wenigstens überzeugt, daß die Keimung einen großen Theil der Lebensluft in Kohlensäure verwandelte, wie wir das sowohl aus der durch die Keimung bewirkten Verringerung der Lebensluft, als auch aus der Präcipitation der in dem hineingegoßnen Kalkwasser enthaltnen Kalkerde, geschlossen haben.

Ehe ich nun weiter gehe, muß ich doch bemerken, was der jüngere Desaussüre beobachtet hat, nämlich daß in der gemeinen Luft die Saamenkörner in den Recipienten weit schneller keimten, in welche er ein Stück ungelöschten Kalk gehängt hatte, welches die kleine darinnen enthaltne Quantität kohlensaures Gas abführen sollte. Ich zweifle gar nicht an der Wahrheit dieser Erfahrung, welche der unsrigen zu widersprechen scheint; doch glaube ich, könnte sie sich auch wegen des Unterschiedes der Atmosphären ganz gut mit un-

unsern Erfahrungen vereinigen lassen. In der einen Atmosphäre wirkt die reine Lebensluft vielleicht sehr mächtig auf die zarten Organe des Embryons; in einer andern hat die Kohlensäure der atmosphärischen Luft, die doch nicht in demselben Augenblick abgeführt worden ist, wo das Stück Kalk in den Recipienten gehängt wurde, schon angefangen, ihre Wirkung zu äußern; denn nur dann, als auch nicht das kleinste Theilchen davon in der aus Braunstein gezognen Lebensluft zurück war, ist sie zu dem ersten Versuche angewendet worden.

Die Verringerung der Lebensluft, während des Keimens der Saamenkörner, war eine Erscheinung, die große Aufmerksamkeit verdiente, weil sie so beträchtlich war, und weil etwas darauf ankommt, die Ursache davon zu entdecken. Es schien uns gleich ausgemacht, daß die Saamenkörner sie nicht eingesogen hatten, weil wir gar keinen Nutzen davon absehen konnten, und weil diese Einsaugung ganz unzweideutige physische und chemische Wirkungen an ihnen hätte hervorbringen müssen, als z. B. eine verhältnißmäßige

Aufschwellung im Raume der eingesognen Luft, oder das schon bemerkte Verbrennen und die Säure, von welcher man gar nichts dabei wahrnehmen konnte. In der Folge fanden wir, bey einiger Aufmerksamkeit auf die nähern Umstände dieser Erscheinung, die Ursache davon sehr bald in der Erzeugung des kohlensauren Gases, welches sich aus dem Dunstkreise der Lebensluft bildete, welcher die Saamenkörner umgab; ja wir hatten einen vollständigen Beweis davon, als wir die Saamenkörner unter Recipienten keimen ließen, die mit Lebensluft angefüllt, und durch Kalkwasser verschlossen waren. Sobald nämlich die Körner anfiengen aufzuschwellen, so fieng auch das Wasser an sich zu trüben, die Kalkerde sich zu precipitiren und die Masse der Lebensluft sich zu vermindern, so daß es uns ausgemacht schien, daß das kohlensaure Gas, welches sich während der Keimung bildete, und das sich in dem Grade mehrte, in welchem sich die Lebesluft minderte, durch die Verringerung der Lebensluft gebildet worden war, welche die Atmosphäre der keimenden Körner gewesen war.

Aber dieses kohlensaure Gas könnte auch vollkommen ausgebildet aus dem Saamenkorne kommen. Dann wäre freilich die jetzt gegebne Erklärung nicht ganz richtig, und man würde sie, ihrer Wahrscheinlichkeit ohngeachtet, in Zweifel ziehen müssen, Ich muß also gleich die Bemerkung machen, daß diese Voraussetzung unmöglich ist, denn wenn das kohlensaure Gas vollkommen ausgebildet aus dem keimenden Saamenkorne käme, so würde die Masse der Lebensluft, in welcher die Keimung vorgeht, vermehrt anstatt vermindert werden, weil sie sich mit dem kohlensauren Gas vermischen, und man auf diese Art eine Versetzung von Lebensluft haben würde, die in dem Recipienten enthalten ist, mit kohlensaurem Gas, das durch die Keimung des Saamenkornes erzeugt wird, so daß, wenn man diese Vermischung in Kalkwasser wüsche, man die unter dem Recipienten eingeschloßne Masse von Lebensluft ganz rein wieder finden müßte. Allein man bemerkt ganz andre Wirkungen: die Masse von Lebensluft ist vor und nach dem Waschen in Kalkwasser beträchtlich vermindert, und die evdiometrische Reinheit die-

dieser Luftart ist ganz verdorben, weil die Quantität von Stickluft, die sich mit unsrer Lebensluft vermischt hat, beinahe dieselbe geblieben, hingegen die Quantität von Lebensluft außerordentlich vermindert worden ist. Hieraus folgt, daß die Verhältnisse, in welchen diese Luftarten beym Anfange des Experiments gegen einander standen, am Ende desselben nicht mehr die nämlichen waren.

Wir hatten diese Untersuchungen eben geendiget, als Desaussüre der jüngere, in der naturhistorischen Gesellschaft von Geneve vor ohngefähr zwei Jahren, einen Aufsatz vorlas, der uns die Mühe, diese Untersuchungen anzustellen, hätte ersparen können, weil er nachdrücklich und auf das allergenaueste bewies, daß die Quantität von kohlensauren Gas, das man in den Recipienten findet, in welchem die Saamenkörner gekeimt haben, genau die Quantität der daselbst fehlenden Lebensluft sey.

Demohngeachtet ist derselbe Naturforscher der Meinung, daß die keimenden Saamenkörner eine kleine Quantität kohlensaures Gas absetzen, das sich in ihnen bilde, und wir werden es auch unwiderspréchlich beweisen, wenn

wenn wir uns mit einigen Sämereien beschäftigen werden, die wir unter dem Wasser, im Wasserstoffgas und im Stickluft wollen keimen lassen.

Es scheint doch, daß das kohlensaure Gas, welches man in der Lebensluft und in der atmosphärischen Luft findet, wo die Saamenkörner gekeimt haben, in beiden Fällen ein Erzeugniß der Lebensluft sey, welche eine von ihren Elementen ist: das Saamenkorn erzeugt für seinen Theil die Kohle, mit welcher sich die Lebensluft verbindet, um die Kohlensäure zu bilden, und da es unmöglich seyn wird, auf eine Art den Ursprung dieser Kohle zu finden, so muß man bekennen, daß wir, wenn der Versuch sonst richtig gemacht ist, die wahre Ursache von der Bildung der Kohlensäure entdeckt haben, welche während der Keimung erzeugt wird.

Aber woher kommt nun diese zur Bildung der Kohlensäure unentbehrlich nothwendige Kohle? Wenn man den Versuch mit Wasser oder sehr reinem Quecksilber macht, so überzeugt man sich gleich, daß sie aus diesen Substanzen nicht entstehen kann; sie muß sich

da=

daher nothwendig aus dem Saamenkorne entwickeln, welches hier der einzige zu dieser Erzeugung fähige Körper ist; auch weiß man ja, daß die Entwicklung der Kohle eine Wirkung der in dem keimenden Saamenkorne erregten Gährung ist, wie ich das aus der Aehnlichkeit der Wirkungen bei der Keimung, mit den Wirkungen bei der Weingährung insbesondre in meiner Physiologie bewiesen habe. Ja man sieht sogar in einigen Fällen die Saamenkörner schwarz werden, wenn sie in Stickluft oder Wasserstoffgas eingeschlossen sind, weil sie sich in diesen Atmosphären der überflüssigen Kohle nicht entledigen können, die sie auf ihrer Oberfläche absetzen. Hieraus folgt, wie nothwendig das Daseyn der Lebensluft zum Erfolg der Keimung bey den meisten Sämereien ist, weil sie die Saamenkörner von dieser, durch ihre Gährung zurückgehaltnen oder abgesetzten Kohle befreit; wenigstens ist so viel wahr, daß die Saamenkörner, die in der gemeinen Luft oder in der Lebensluft keimen, ihre Farbe wenig ändern. Aus diesem allen ist nun klar, daß, da die atmosphärische Luft aus Lebensluft und

Stick-

Stickluft zusammengesetzt ist, und bei weitem der größte Theil der Saamenkörner in der Stickluft nicht keimt, man mit Zuverlässigkeit schließen könne, daß die in der atmosphärischen Luft enthaltne Lebensluft, auf die Keimung der Saamenkörner, die sie berührt, Einfluß hat, ja man sieht gleich während dieser Operation, was daraus wird.

Der große Einfluß der aus den Pflanzen gezognen Lebensluft auf die Beförderung der Keimung, ist durch Getreidekörner, durch Bohnen, durch Schminkbohnen und durch Spinatsaamen bestätigt worden.

§. 5.

Versuche über die Keimung der Saamenkörner in der atmosphärischen Luft.

Die Erfahrung hat alle Ackersleute gelehrt, daß die Saamenkörner in der atmosphärischen Luft vortreflich keimen, wenn die übrigen zur Keimung erforderlichen Umstände mit derselben vereinigt sind. Besonders bemerken die Gärtner, daß, wenn sie unmittelbar nach einem Regen, der bey trocknem und warmen Wetter gefallen ist, einige Sämereien aus-

säen, die Keimung derselben sich verzögert, und zwar deswegen, weil sich auf dem Erdreiche eine Rinde bildet, welche die ungehinderte Gemeinschaft des Saamenkorns mit der Luft unterbricht. Huber hat ebenfalls Salatsaamen in verschlossenen, mit gemeiner Luft angefüllten Gefäßen nach Verlauf von 22 Stunden keimen sehen. Er hat bemerkt, daß die während der Keimung erfolgte Verringerung der Luft beinahe so viel betrug, als sie im Verhältniß mit der Zahl der gekeimten Körner und mit dem Umfange des Recipienten Lebensluft enthielt, und daß diese Verringerung der Luft durch die Bildung des kohlensauren Gas entstanden ist, das er darinnen gefunden hat.

Um nun diese Reihe von Erfahrungen vollständig zu machen, bildete er eine künstliche Atmosphäre, die, wie die atmosphärische Luft, aus 28 Dosen Lebensluft und aus 72 Dosen Stickluft zusammengesetzt war. In diese Atmosphäre brachte er nun dieselben Saamenkörner, auf die nämliche Art in ähnlichen Gefäßen, und siehe da, die Erscheinung der Keimung zeigte sich ganz genau auf dieselbe Weise

wie in der atmosphärischen Luft, ob diese künstliche Atmosphäre gleich nicht so rein war, wie jene, weil die dazu angewendete Lebensluft nicht vollkommen rein war.

Ich muß hier noch bemerken, daß Huber die gemeine Luft, die er durch sein Waschen in Kalkwasser aller Kohlensäure beraubt hatte, nicht so wirksam zur Keimung fand, als die, welche einen kleinen Theil dieser Säure enthielt. Ich habe schon einen Versuch von Desaussüre erwähnt, welcher diesem Huberschen Experimente zu widersprechen scheint, und bereits ein Mittel angezeigt, diesen scheinbaren Widerspruch zu heben.

§. 6.

Versuche über die Keimung in einer Atmosphäre, in welcher die Verhältnisse der Stickluft und der Lebensluft verändert worden sind.

Auf die bisher beschriebne Art wurden wir nun darauf gebracht, den Einfluß zu untersuchen, welchen die verschiednen Verhältnisse der Grundstoffe der atmosphärischen Luft auf die Keimung haben könnten. Und wahrlich,

dieses Studium ist nicht ganz unnütz; es soll die Verfassung des Pflanzenreichs etwas aufklären; es soll die vorhergegangnen Versuche mit neuen Beweisen unterstützen, und die Gränzen bestimmen, wo die Keimung aufhören könnte. Diese Art, die Versuche zu wiederholen, führt zu sehr lehrreichen Abwechselungen, auf die man vielleicht nicht gefallen wäre, wenn man sich immer auf eine ganz einförmige Wiederholung eingeschränkt hätte.

Aber freilich wird man leicht begreifen, daß diese Verfahrungsart so mühsam als ermüdend ist, denn nur durch sehr öfteres Befühlen kann man damit zu Stande kommen, und dies erfordert einen beträchtlichen Zeitaufwand und eine heldenmüthige Geduld zum Ausharren. Und das ist noch nicht alles: man muß sich auch bei dieser Art von Untersuchungen gefallen lassen, auf tausend Abweichungen zu stoßen, die man unter eine Hauptrubrik bringen muß, weil es sehr schwer ist, zu verschiednen Zeiten vollkommen dieselben Umstände wieder zu finden. Inzwischen erblickt man hier die Wahrheit in ihrer ganzen Größe; aber eine Vorstellung von der

außer=

außerordentlichen Mühe zu liefern, die Huber übernehmen mußte, um dieses Ziel zu erreichen, ist mir unmöglich.

Ich will vor allen Dingen eine Hauptbeobachtung mittheilen, die einigen Schwierigkeiten vorbeugen soll. Der größte Theil der Saamenkörner wird in verschiednen künstlichen Atmosphären nicht keimen, in welchen die Pflanzen wachsen, welche diese Saamenkörner hervorbringen. Dies beweißt, daß die Saamenkörner zur Belebung der Pflänzchen mehr Kohle von sich abzusetzen haben, als die schon entwickelten Pflanzen zur Verlängerung ihres Daseyns.

Ehe Huber diese Versuche anfieng, überzeugte er sich vorher, daß die Saamenkörner, die er dazu brauchen wollte, in reiner Stickluft schlechterdings nicht keimen wollten. Dann beobachtete er: wenn er die Masse von gemeiner Luft oder Lebensluft veränderte, die er mit einer andern Luftmasse, die mit Stickluft angefüllt war, vermischte, so erfolgte die Keimung um so später, und es keimten um so weniger Saamenkörner, je mehr die Masse von Stickluft das Verhältniß der Mischung

die-

dieser beiden Luftarten überwog, welche die atmosphärische Luft ausmacht. Doch waren diese Unterschiede in den Mischungen der Lebensluft und Stickluft wenig merkbar, weil diese Mischungen ziemlich verhältnißmäßig mit der Luft waren, die wir einathmen. Doch eine weit bedeutendere Veränderung dieser Mischung ward bey Vermehrung der Stickluft sichtbar, wobei ihr Einfluß auf die Keimung durch die Langsamkeit, mit welcher sie erfolgte, durch die weit geringere Anzahl gekeimter Körner, durch die Hinfälligkeit der Pflänzgen und durch die kurze Dauer ihres Lebens sehr deutlich in die Augen fiel. Wenn die Atmosphäre, in welcher die Saamenkörner gekeimt haben, mit kohlensauern Gas angefüllt ist, so ist es leicht zu bemerken, wie die kleine Quantität von Lebensluft, die in dieser Mischung enthalten ist, sehr bald noch weit geringer wird, und wie alsdann der seltenere Fall eintritt, daß man der Lebensluft, als dem kleinern Theile, die Langsamkeit der Keimung, die Hinfälligkeit und das schnelle verdorren der entwickelten Pflänzchen zuschreiben muß. Es ist klar, wie wir das schon bemerkt haben, daß

bei

es bei der ersten Entstehung der Pflänzchen nöthig ist, daß das Saamenkorn, das sie durch die in seinen Adern zubereiteten Säfte nährt, sich der überflüssigen Kohle entlade, die es in sich hält, um dadurch die Gährung zu befördern, die zu dieser Zubereitung der Säfte nöthig ist, und dies macht den Pflänzchen den Aufenthalt in einer so lebensluftleeren Atmosphäre unerträglicher.

Könnte man nun wohl aus diesen Versuchen den Schluß ziehen, daß eine grössere Masse Lebensluft, als eigentlich in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft enthalten ist, der Keimung zuträglicher sey? Im ersten Augenblicke ist man geneigt, es zu glauben, ja die Humboldischen Versuche mit übersaurer Kochsalzsäure oder vollkommner Kochsalzsäure (l'acide muriatique oxygené) scheinen sie zu bestätigen, allein durch unsere Erfahrungen wird sie wenigstens zweifelhaft. Huber hat bemerkt, daß die Saamenkörner in einer Atmosphäre besser keimen, die aus drei Theilen Stickluft oder Wasserstoffgas besteht und mit einem Theile Lebensluft vermischt ist, als wenn sie aus drei Theilen Lebensluft

besteht, die mit einem Theile Stickluft oder Wasserstoffgas vermischt ist, und überhaupt wenn die Lebensluft ganz rein von Kohlensäure ist.

Hieraus ist es nun einleuchtend, daß das, was wir von dem Saamenkorne in Ansehung seiner Keimung und der Entwicklung seiner Pflanze berichtet haben, nach den Verhältnissen der Stick- und Lebensluft berechnet ist, welche die atmosphärische Luft ausmachen, und hauptsächlich nach der Quantität von Kohle, welche die keimenden Körner absetzen müssen.

Die Erfahrung lehrt, daß, wenn die vollkommne Kohlensäure die Keimung übereilt, gewöhnlich die Pflänzchen unmittelbar darauf eingehen, wie wir das an den Saamenkörnern gesehen haben, die in einer Atmosphäre von reiner Lebensluft keimten, welche aller Kohlensäure beraubt war. Es ist möglich, daß vollkommne Kochsalzsäure die Keimung der Saamenkörner nur deswegen übereilte, weil sein weniger mit wärme verknüpfter Lebensstoff zu stark auf die Vereinigung mit der Kohle des Saamenkornes hinwirkte, und ich werde bald Gelegenheit haben, in einem

andern Werke zu zeigen, daß es dem Wasserstoffgas und der Stickluft die Kohle beinahe auf einmal entzieht, welche sie enthalten, die Lebensluft hingegen nur einen Theil derselben und zwar in einem sehr langen Zeitraum abführt.

§. 7.

Beobachtete Erscheinungen an der wiederholten Keimung der Saamenkörner in derselben atmosphärischen Luft.

Um diesen Versuchen mehr Klarheit zu geben, war die Erfahrung von großer Wichtigkeit, ob die wiederholte Keimung der Saamenkörner in derselben Atmosphäre die Kraft der gleich anfänglich darinnen enthaltenen Lebensluft zur Entwicklung der Pflänzchen erschöpfen würde.

Mannichfaltige und auf tausend Arten veränderte Versuche haben bewiesen, daß die atmosphärische Luft ihre Fähigkeit, die Keimung der Saamenkörner zu bewirken, welche zweckmäßig in verschlossenen Gefäßen in sie versetzt wurden, in dem Grade schnell verliert, in welchem die Masse dieser Luft geringer und

die Zahl der ihr ausgesetzten Saamenkörner größer ist.

Nun lehren aber die vorhergehenden Versuche, daß die in dieser eingeschlossenen Luft enthaltene Lebensluft durch die Kohle, die sich von den Saamenkörnern losreißt, die eben keimen wollen, dann vielmehr in kohlensaures Gas verwandelt worden ist; dies entzieht nun diesen Mischungen weit schneller das Mittel, die Keimung neuer Saamenkörner zu begünstigen, da die in ihnen enthaltene Lebensluft so plötzlich verschwindet, die zumal den kleinsten Theil derselben ausmacht.

Bey dieser Untersuchung bemerkte Huber einen schwierigen Vorfall, auf dessen Erklärung viel ankam. Ich führe ihn hier mit an, weil er uns zu einer großen Menge von Versuchen nöthigte, welche ohne seine Dazwischenkunft gewiß unterblieben wären.

Da Huber den Zustand der Saamenkörner beobachten wollte, die er in eine Atmosphäre gebracht hatte, in welcher die Bienen würden umgekommen seyn, weil dieselbe, nachdem sie die Bienen geathmet hatten, zum Einathmen nicht mehr tauglich

würde gewesen seyn, so ließ er auf diese Art eine gewisse Anzahl unter einem Recipienten umkommen. Es ist meine Absicht nicht, hier eine unter diesem Gesichtspuncte interessante Geschichte dieser Fliegenart aufzustellen; ich überlasse dies vielmehr Hubern, der ohnedies dem Publikum die anziehenden Anekdoten übergeben will, die er von diesen thätigen Insecten gesammelt hat, und die eine sehr unterhaltende Fortsetzung der außerordentlichen Ereignisse seyn werden, die er schon an den Bienen entdeckt und von ihnen bekannt gemacht hat. Ich schränke mich also nur auf die Bemerkung ein, daß Huber durch seine Versuche erfahren hat, daß die Bienen vielleicht die Thierart sind, die der Lebensluft zur Lebensdauer am wenigsten bedürfen, weil sie blos in einer Todtenohnmacht gelegen haben, und fähig gewesen sind, wieder aufzuleben, wenn man sie ganz erstarrt aus einer Atmosphäre, aus welcher sie die Lebensluft geathmet hatten, in dem Augenblicke in die freie Luft versetzte, in welchem eine Dosis jener Atmosphäre mit einer Dosis Salpetergas

ver-

vermischt, bis auf 1,97, verringert war; auch ist es sehr wahrscheinlich, daß die Kohlensäure, die sich während Eudiometrischer Versuche in Wasser aufgelöst hatte, diese Verminderung veranlaßt hat, so daß diese Insecten ein Beyspiel von Thieren aufstellten, die vielleicht im eigentlichen Sinne einige Zeit in Stickluft, oder ohne Lebensluft leben könnten. Wir zweifeln im geringsten nicht an diesen Resultaten, weil wir sie sehr oft wiederholt bestätigt gesehen haben.

Es war vorauszusehen, daß die Saamenkörner in dieser Luftart nicht keimen würden, und die Erfahrung bestätigte diese Vermuthung; aber in der freien Luft keimten dieselben Saamenkörner, die in dieser Atmosphäre nicht keimen wollten, ganz vortreflich. Hierauf war Huber neugierig, zu sehen, ob die Saamenkörner in dieser Luftart keimen würden, wenn man durch Vermischung mit reiner Stickluft die Quantität Lebensluft hinzusetzte, welche die vorhergehenden Versuche als hinlänglich zur Keimung bewiesen hatten; allein auch nicht ein einziges Saamenkorn keim-

keimte darinnen. Woher nun diese Unfruchtbarkeit?

Wir bildeten uns anfänglich ein, daß das durch das Einathmen der Bienen erzeugte und mit der Stickluft vermischt gebliebne kohlensaure Gas ein Hinderniß wäre, warum die Saamenkörner nicht keimten. Huber wusch diese Luft sorgfältig in Kalkwasser, er versicherte sich durch dieses Mittel, daß auch nicht das Geringste von kohlensauren Gas mehr darinnen enthalten sey, und nun setzte er dieselbe Quantität Lebensluft hinzu, wie in dem vorhergehenden Versuche; aber die damit auf eine zweckmäßige Art in Berührung gebrachten Saamenkörner keimten eben so wenig. Er vermehrte hierauf einigemal und zu verschiedenenmalen die Quantität Lebensluft, aber auch diese Zusätze waren vergebens, es erfolgte noch keine Keimung. Endlich, da er auf einmal eine sehr beträchtliche Quantität dieser Luftart hinzugesetzt hatte, fiengen die Körner an, in derselben zu keimen.

Das Besondere dieses Versuchs nöthigte uns, ihn in einem Dunstkreise von atmosphärischer Luft zu wiederholen, um zu sehen, ob

die

die wiederholte Keimung der Saamenkörner auch in verschlossenen Gefäßen seinen Einfluß auf die glückliche Entwicklung der Saamenkörner vernichten würde. Huber machte diese Versuche wie die vorigen, und er hatte in allen Stücken ähnliche Resultate. Wenn die Saamenkörner, nach verschiedenen allmählig hinter einander erfolgten Keimungen, in dieser Atmosphäre zu keimen aufhörten, so konnte man ihr durch den Zusatz einer Quantität atmosphärischer Luft, die zur Erzeugung der zur Keimung gehörigen reinen Stickluft hinreichend gewesen war, ihre Fruchtbarkeit nicht wieder geben; man mußte auf einmal und augenblicklich eine weit beträchtlichere Quantität zusetzen. Doch es würde unnütz seyn, hier ein Tagebuch dieser Versuche zu liefern, weil die Zahl der Keimungen, die man wiederholen muß, von dem Umfange des Recipienten und von der Zahl und Beschaffenheit der Saamenkörner abhängt, welche man hineinlegt.

Ohne diese letzteren Versuche hätte man glauben können, daß das Einathmen ganz andre Wirkungen an der Stickluft hervorbräch-

brächte, als die Keimung; allein nun scheints, als wären sich die Wirkungen in beiden Fällen vollkommen gleich, weil man in beiden Fällen zur Stickluft — sey sie nun von den Bienen eingeathmet, oder von wiederholten Keimungen verzehrt worden — eine zur Fähigkeit einen Keim zu erzeugen, weit größere Quantität Lebensluft zusetzen muß, als eigentlich zur Mischung mit reiner Stickluft nöthig wäre, um dieselben Keimungen hervorzubringen.

Es würde interessant seyn, diesen Versuch an Thieren zu wiederholen; ich glaube gewiß, er würde eben so ausfallen, ja ich bin überzeugt, daß die Erklärung, die ich von dieser Erscheinung geben werde, sich ganz auf die Erscheinungen bei der Einathmung wird anwenden lassen. Doch werden die Erscheinungen sich nach den Thierarteu abändern, die man zu diesen Versuchen wählte, die ich aber nicht anstellen werde, weil sie mir weniger gefallen. Man könnte die Versuche an Insecten machen, und müßte wenigstens solche dazu nehmen, die der Lebensluft zu ihrer Fortdauer ganz zu entbehren scheinen, wie z. B.

einige von denen, die sich in den innern Theilen der Thiere aufhalten.

Um die Aufklärung zu obiger Erscheinung mit desto glücklicherem Erfolg zu suchen, ist es wichtig, einige besondre Umstände der in diesen Dunstkreisen unterbliebnen Keimungen zu kennen, wo nach verschiedenen allmählig erfolgten Keimungen, die vorher glücklich in diesen Atmosphären zu Stande gekommen waren, die Samenkörner nicht mehr hatten keimen wollen.

Die Saamenkörner, die in dieser erschöpften Atmosphäre nicht keimen wollten, keimten auch oft in der freien Luft nicht, wenn man sie aus ihrem stinkenden Gefängniß brachte; ein Beweis, daß sie darinnen gelitten hatten, wie das auch ihre schwarze Farbe zu erkennen gab. Auch ist es wahrscheinlich, daß ihre überflüssige Kohle, welche sich abzusondern suchte, durch ihre Verbindung mit der Lebensluft nicht von ihnen getrennt werden konnte, die sich derselben sogleich bemächtiget, als sie mit ihr in Berührung kommt; so, daß sie also in den Saamenkörnern geblieben ist, und dadurch die Erzeugung der Nahrung ge-

hindert hat, die nöthig ist, um den Keim aus seinem Schlafe (torpeur) zu locken, oder die Zubereitung des Nahrungssaftes, wenn der Keim anfing sich zu entwickeln. Ist das letztere der Fall, so ist der Keim verdorben, und hat durch den Einfluß der freien Luft in feuchter Erde nicht können wieder hergestellt werden; oder vielleicht hat auch das Wasser, das auf die auflösbaren Theile des Saamenkornes wirkt, seine Zerstörung vollendet. Die Saamenkörner, welche noch keimten, wenn sie aus diesem gefährlichen Behälter kamen, hatten entweder noch gar nicht angefangen zu keimen, oder sie waren stark genug gewesen, dem tödlichen Einfluß dieses Aufenthaltes zu widerstehen.

Sey aber auch die Ursache, welche sie wolle, so viel ist gewiß, daß die Saamenkörner, die nach einiger Zeit in dieser Luftart nicht keimen wollten, gestört worden sind, weil von einer großen Anzahl nur einige nach dieser Probe in der freien Luft keimten, und die, welche keimten, ihr Würzelchen nach Verlauf einer doppelt so langen Zeit zeigten, als die

die gesunden Körner bedürfen, und ihr Wachsthum überhaupt sehr schwach war.

Das Wasser, das den Recipienten verschloß, und der Recipient selbst hatten einen stinkenden Geruch angenommen. Das Wasser war bräunlich (rousse) geworden; alles das beweißt, daß sich von diesen Saamenkörnern etwas abgesondert hatte, das sich im Wasser aufgelöst, in dieser Atmosphäre verbreitet und an die Seiten des Recipienten angelegt hatte.

Wenn man darüber nachdenkt, was in den mit Lebensluft oder atmosphärischer Luft angefüllten Recipienten vorgeht, wenn man auf eine zweckmäßige Art Saamenkörner zur Keimung hineinbringt, so sieht man sich anfänglich von einer Art von Analogie genöthigt, hierüber beinahe eben so zu denken, wie über die Erscheinungen an den Saamenkörnern, welche einer Atmosphäre von Stickluft ausgesetzt worden sind. Das kohlensaure Gas, das sich im erstern Falle aus der Atmosphäre durch die Verringerung der Lebensluft bildet, giebt deutlich zu erkennen, daß sich von den Saamenkörnern Kohle abgesondert hat, und daß sie sich mit dieser Luft vereinigt, um die Kohlensäure

säure zu bilden; wäre also die Stickluft eine Auflösung der Kohle, wie mir das ausgemacht scheint, so ist es klar, daß diese Luft Kohle auflösen könnte; auf diese Art ist es wenigstens wahrscheinlich, daß in diesem Falle die von Kohle gesättigte Stickluft, die Keimung der Saamenkörner nicht mit derselben Quantität Lebensluft bewirken kann, als wenn sie nicht so sehr mit Kohle angefüllt ist, weil die Lebensluft, die der Kohle näher verwandt ist, als die Stickluft, sie dieser letzteren zuführt, um die Kohlensäure zu bilden, die man findet; dann ist sie aber für die Keimung verloren, und weil es scheint, als sey die Kohle zu wenig homogen mit der Stickluft, um sie mit Erfolg denen Theilen des Saamenkornes zuzuführen, mit welchen sie verbunden ist. Eben so, wenn man die Lebensluft zu kleinen Dosen mit Stickluft vermischt, die mit Kohle geschwängert ist, so läßt die Kohlensäure, die sich bildet, den Saamenkörnern nichts als eine lebensluftleere und mit Kohlensäure angefüllte Atmosphäre, die ein neues Hinderniß für die Keimung wird, wie wir Gelegenheit haben werden zu beobachten.

Stürzt

Stürzt man aber die Lebensluft auf einmal in großer Menge in diese Stickluft, so werden die Saamenkörner darinnen keimen, weil sie dann eine hinreichende Quantität Lebensluft enthält, um die Kohle der Stickluft zuzuführen, und außerdem auch noch genug übrig bleibt, um gehörig auf die Saamenkörner zu wirken, die sie umfließt.

Diese Erklärung scheint um so wahrscheinlicher, je mehr man, nach der Vermischung der Lebensluft mit dieser, mit Kohle geschwängerten Stickluft, kohlensaures Gas gewahr wurde, so sorgfältig auch vorher beide Luftarten in Kalkwasser waren gewaschen worden. Eine Mischung von vier Dosen dieser mit Kohle gesättigten Stickluft mit einer Dosis Lebensluft wird beinahe gar nicht verringert, wenn man den Versuch mit Salpetergas macht.

Es ist eine wichtige Bemerkung, daß die Kohle durch das Waschen von dieser Stickluft nicht abgesondert werden kann, wenn sie durch das Einathmen der Bienen oder durch das Keimen der Saamenkörner mit ihr verbunden worden ist. Diese beiden Substanzen

ste-

stehen in der genauesten Verbindung, welche von einer simpeln Auflösung der zusammen verbundenen Substanzen oder von einem gewöhnlichen Zusammenhange sehr verschieden ist.

Auch ist es sonderbar, daß die Kohle sich nur von lebenden Pflanzen und von athemholenden Thieren trennet, weil diese organisirten Körper auf einerlei Art die Kohlensäure bilden, wenn sie mit der Lebensluft in Berührung gebracht werden.

Zweiter Aufsatz.

Von dem Einflusse der Luft und einiger gasartigen Substanzen auf die Keimung verschiedener Saamenkörner.

Vorerinnerungen.

Der vorhergehende Aufsatz hat bewiesen, wie viel bey der Keimung verschiedner Saamenkörner auf die Lebensluft ankomme, und gezeigt, wie sie angewendet werden müsse. Aber dieser interessante Gegenstand wäre grade

dann

dann unsern Augen entschwunden, als er eben anziehend wurde, wenn wir die Untersuchungen, zu denen er führt, nicht weiter getrieben hätten, z. B. Untersuchungen über die zur Keimung der Saamenkörner nothwendigen Verhältnisse dieser Luftarten und über den Einfluß, welchen verschiedene Substanzen auf diese bewundernswürdige Operation des Wachsthums haben können.

Ich werde vor allen Dingen von einigen Versuchen sprechen, die wir mit kohlensauern Gas und Wasserstoffgas gemacht haben, weil der Verfolg dieser Untersuchungen uns nöthigen wird, auf die Wirkung dieser beiden Luftarten wieder zurückzukommen.

§. 8.

Versuche bei der Keimung der Saamenkörner in der Kohlensäure. (l'acide carbonique)

Das kohlensaure Gas ist von Natur in unsrer Atmosphäre, doch nur immer in sehr kleiner Quantität verbreitet, deren nähere Bestimmung bei ihrer großen Veränderlichkeit eben nicht von Nutzen seyn würde; bei weitem

tem wichtiger wäre es ihren Verhältnissen in den verschiednen Jahreszeiten und in den verschiednen Zeitpuncten des Wachsthums nachzuspüren, weil dies mit den großen Erscheinungen am Weltgebäude und mit den wichtigen Begebenheiten in der Geschichte des Wachsthums weit unmittelbarer zusammenhängt. Auf diesem Wege würde man die Ursachen der Vermehrung und Verminderung dieser Luftart finden; auch ihren unmittelbaren Zusammenhang mit diesem Theile der Welteinrichtung begreifen.

Alle Saamenkörner, mit welchem Versuche in einer Atmosphäre von kohlensauern Gas angestellt wurden, wollten schlechterdings nicht keimen; es scheint, als wirke sie wie alle andre Säuren, von welchen ich werde Gelegenheit haben zu sprechen, und man kann annehmen, daß sie, weil sie Fäulniß widerstehend (antiseptique) ist, die zur Keimung nöthige Gährung hindert. Wenn man das kohlensaure Gas in gewissen Proportionen mit gemeiner Luft oder mit Lebensluft mischt, so keimen die Saamenkörner in der Atmosphäre vortreflich, die diese Mischungen bilden. Ueber-

berhaupt ging die Keimung weit schneller darinnen von statten, auch war die Zahl der gekeimten Saamenkörner weit größer, weil sie eine geringere Quantität dieser Säure enthielt. Doch würde es der Keimung mehr nachtheilig als günstig seyn, wenn sie ganz fehlte.

§. 9.

Versuche bei der Keimung der Saamenkörner im Wasserstoffgas, das durch Säuren aus Metallen gezogen worden war.

Das Wasserstoffgas, das zu diesen Versuchen genommen wurde, ist aus einer Auflösung von Zink in Schwefelsäure gezogen worden. Wir wählen es, weil es ohnstreitig das reinste ist, wenigstens schien es uns nicht eine merkliche Quantität Kohle zu enthalten; auch ist es sorgfältig in Wasser gewaschen worden, um es von dem Theile Säure zu scheiden, den es etwa noch hätte enthalten können.

Der größte Theil der Saamenkörner keimet in reinem Wasserstoffgas nicht, vermischt man es aber mit gemeiner Luft oder mit Lebensluft, so keimen sie vortreflich darinnen.

Die Keimung geht dann um so schneller und zahlreicher vor sich; das Wachsthum der Pflänzchen ist um so kräftiger, je mehr sich das Verhältniß des Wasserstoffgas in der Mischung dem Verhältnisse der Stickluft in der atmosphärischen Luft nähert.

Es wäre unnütz gewesen, diese Versuche an der Keimung mit Salpetergas zu machen, die, wie die vorhergehenden, schon von Achard angestellt worden waren. Eben so zweckwidrig wäre es gewesen, sie mit sauern oder alkalischen Gasen zu machen, weil sie eine zerstörbare Wirkung an den Samenkörnern äussern, die hinlänglich bekannt ist. Einige Thatsachen, die ich hierüber mittheilen will, werden es außer Zweifel setzen.

§. 10.

Versuche, die in der Absicht gemacht wurden, um zu entdecken, wie viele Lebensluft zur Keimung der Saamenkörner erforderlich ist, die ihres Einflusses bedürfen.

Genaue Beobachtungen liefern lichtvolle Resultate; allein diese Beobachtungen erfordern allemal viel Scharfsinn, um sie aufzu-

fassen, und sind mit vielen Schwierigkeiten verbunden, wenn man sie wirklich anstellt. Nachdem der wichtige Einfluß der Lebensluft auf die Keimung erwiesen war, gehörte nun wesentlich die Untersuchung dazu, welche Quantität dieser Luft zur Bewirkung der Keimung auf das allergenaueste erforderlich sey. Diese Untersuchung scheint zwar anfänglich nicht schwierig zu seyn, allein sie setzt doch wenigstens eine beträgtliche Anzahl von Versuchen voraus, und wenn man sie auch noch so sehr abzukürzen sucht, so muß man sich doch zu einer Menge von Untersuchungen verstehn, welche die gewünschte Auskunft nicht eher hoffen lassen, bis man damit bis zur letzten gekommen, und durch verschiedne Wiederholungen von der Richtigkeit des erhaltnen Resultats überzeugt worden ist.

Um allen Einwürfen zu begegnen, muß ich hier eine Bemerkung machen: Wenn man nämlich sagt, daß die Saamenkörner in der Tiefe der Bergwerke keimen, wo es doch nichts als Wasserstoffgas giebt, so hat man diese Quantität sehr vergrößert, denn da sie sich entzündet, wenn man einen brennenden

Kör-

Körper hineinbringt, so ist das ein Zeichen, daß sie mit einer sehr beträchtlichen Menge gemeiner Luft vermischt ist. Es ist zwar wahr, daß sie sich alsdann schwer einathmen läßt, aber demohngeachtet kann sie in diesem Zustande eine Quantität Lebensluft enthalten, die zum Wachsthum einiger Pflanzen hinreichend ist.

Huber legte den 6ten Fruktidor 10 Salatsaamenkörner in einen Luftraum, der einer Masse von 11,46 Wassergrammen (grammes d'eau) *) oder 210 Grade Grane gleich war; er hatte drei auf diese Art zubereitete, wohlverwahrte Phiolen dazu, und die Saamenkörner keimten in allen.

Zwei Tage darnach legte er ein Gewicht von 106,15, ein 1000Theil einer Gramme (milli grammes) oder 2 Gran von den Salatsaamenkörnern in denselben Raum von Luft; da nun aber die Masse der Saamenkörner weit beträchtlicher war, als in dem vorhergehenden Falle, so war viel Luft herausgedrängt worden. Zwei Tage nachher hatten nur

*) Ein Gramme ist 18,841 Gran.

nur 2 Körner gekeimt, und die andern keimten, als sie der freien Luft ausgesetzt wurden.

Den 12ten Fruktidor nahm Huber zehn Phiolen, die dieselbe Quantität Luft enhielten, wie die vorhergehenden. In die erste legte er 15 Salatsaamenkörner, in die zweite 25, und vermehrte sofort die Zahl von 10 Körnern bis zu der zehnten Phiole, die also 105 derselben enthielt. Den 13ten hatte er in einigen Phiolen etliche gekeimte Saamenkörner. Den 18ten hatten die gekeimten Pflanzen nur in der ersten und zweiten Phiole Blätter. Das Besondre dabei ist, und das zugleich die großen Abweichungen darstellt, auf die man bei diesen Versuchen stößt, er hatte sieben beblätterte Pflanzen von 15 in der ersten Phiole, und 22 von 25 in der zweiten. In der dritten, vierten, fünften, sechsten und achten Phiole, war auch nicht eine Spur von Keimung, aber in der siebenten, neunten und zehnten Phiole entdeckte man zwei bis drei Würzelchen. Diese Beispiele beweisen, wie außerordentlich behutsam man in den Folgerungen seyn muß, die man aus Versuchen zieht, und welche unerläßliche Pflicht

es ist, sie oft zu wiederholen und auf alle Arten zu verändern. So wahrscheinlich es auch ist, daß bei der Zubereitung des Versuchs Luft unter den Recipienten gedrungen ist, und daß das dabei gebrauchte Wasser, entweder durch seine Quantität oder durch seine natürliche Beschaffenheit noch mehr zuführte, so hat man sich doch sehr vor dergleichen Nachlässigkeiten zu hüten, selbst wenn man mit der ängstlichsten Aufmerksamkeit und Genauigkeit zu Werke zu gehen glaubt.

Wenn man diese Bouteillen unter dem Wasser öffnete, so bemerkte man einen leeren Raum, der durch das eindringende Wasser entstanden war. Das kohlensaure Gas, das sich aus der Lebensluft der atmosphärischen Luft gebildet hatte, hatte sich in dem in der Phiole enthaltenen Wasser aufgelöst, und fehlte in der eingeschlossenen Luft. Alle diese Phiolen hatten einen fauligten Geruch angenommen, obgleich die Saamenkörner nur durch einen Faden mit dem Wasser in Verbindung standen, um ihnen die zur Keimung nöthigen Feuchtigkeiten zuzuführen, ohne sie doch so zu

benetzen, daß dadurch ihre faulichte Gährung befördert worden wäre.

Diesen Versuch wiederholte Huber den 5ten Brumaire in dreißig Phiolen, die dieselbe Quantität Luft enthielten. Er legte in die erste 10 Salatsaamenkörner, in die andre 20, und vermehrte die Zahl von 10 Körnern in jeder der folgenden bis auf die dreißigste, die also 300 faßte. Es gab in allen Phiolen gekeimte Saamenkörner, allein ihre Zahl und die Kraft ihres Wachsthums war sehr verschieden; sie waren desto hinfälliger, je größer die Zahl der in den Phiolen enthaltenen Saamenkörner war, und dieser Abstand war von der Phiole an sehr merklich, die 50 Saamenkörner enthielt. In den letzteren entdeckte man nur einige entwickelte Würzelchen.

Diese wiederholten und oft veränderten Versuche haben doch nie einen sichern Schluß ohne Ausnahme zugelassen, so daß man selbst nach der Menge von Versuchen, die wir angestellt haben, nur Muthmaßungen entwerfen kann, und auch diese scheinen noch sehr gewagt, weil die in den letzten Phiolen angefangenen Keimungen eine Wirkung des Einfluß-

flusses der Luft auf die Saamenkörner seyn können, die während ihrer Versetzung in die eingeschlossene Luft keimten. Vielleicht ists auch möglich, daß ihre innere Beschaffenheit etwas verschieden, z. B. schneller wirksam war, und daß also eine beinahe augenblickliche Einwirkung der Luft diese geschwinde Entwicklung veranlaßt hatte.

Dies wird noch klarer werden, wenn man dieses Experiment unter folgendem Gesichtspunct zergliedert: Wenn man annimmt, daß ein Salatsaamenkorn 13,27 Milligramme oder einen Viertelgran Wasser verdrängt, so ist es ausgemacht, daß die Luftmasse, die übrig bleibt, eine Wassermasse von 11,46 Grammen, oder 210 Gran weniger 3,98 Gramme, oder 75 Gran gleich seyn müßte, und so würde eine Luftmasse entstanden seyn, die einer Masse von 7,48 Grammen, oder 135 Gran gleich ist; man würde also in kurzer Zeit eine Luftmasse haben, die der Hälfte eines Grans, oder 26,13 Milligrammen Wasser auf jedes Saamenkorn gerechnet, gleich ist, vorausgesetzt, daß sie alle gekeimt hätten. Da nun aber nur eine sehr kleine Anzahl von

Saa=

Saamenkörnern sich zu entwickeln anfing, und die übrigen, da sie in Gährung übergingen, eine große Quantität Lebensluft brauchten, so scheints, als ob die Quantität Lebensluft, die zu der beobachteten Keimung nöthig ist, sehr gering gewesen seyn müsse, besonders wenn man annimmt, daß die gekeimten Saamenkörner weit stärker waren als die andern, und daß das erzeugte kohlensaure Gas der Keimung der langsam keimenden Saamenkörner kein Hinderniß in den Weg legte.

Lefevre hat in seinen Versuchen an der Keimung einen weit kürzern und sichrern Weg eingeschlagen. Er hat die Quantität der mit Stickluft vermischten Lebensluft untersucht, welche die Keimung der Rübenkörner hinderte. Er hat an einer Anzahl dieser Körner, die er nicht bestimmt angiebt, wenn man sie in eine Atmosphäre versetzt, die aus 31 Dosen Stickluft oder Wasserstoffgas, und aus einer Dosis Lebensluft zusammengesetzt ist, die Beobachtung gemacht, daß einige gar nicht, die aber, welche keimten, weit mehr Zeit dazu brauchten, als die Saamenkörner in der gemeinen Luft zu brauchen pflegen. Die Gränze

aber,

aber, wo die Keimung aufhört, hat er eben so wenig gefunden, wie wir; ja wir sind ihr ohnstreitig näher gewesen, weil wir die Saamenkörner in dem Zeitpuncte beobachtet haben, wo einige Würzelchen sich nur entwickelten. Unterdessen leistet die Methode dieses Naturforschers etwas Bestimmteres als die unsrige, ob wir gleich aus der Anwendung derselben eben so wenig Nutzen haben ziehen können, als er, wie man das aus dem 11. §. sehen wird.

§. 11.

Versuche zur Entdeckung der Verhältnisse der Stickluft, des Wasserstoffgases (hydrogène) und der Kohlensäure, welche durch eine Vermischung mit Lebensluft der Keimung hinderlich und gefährlich werden können.

Um den Punct zu entdecken, wo die Keimung in den Mischungen der Lebensluft mit Stickluft, Wasserstoffgas und Kohlensäure absolut aufhört, mußte man von der Mischung ausgehen, die in der atmosphärischen Luft statt findet, wo man einen Theil Lebensluft auf drei Theile Stickluft bemerkt. Um diese Versuche der Sache angemessener

zu machen, haben wir die Lebensluft der atmosphärischen Luft, oder vielmehr die atmosphärische Luft selbst dazu angewendet, denn da die Verhältnisse der Gase, aus denen sie zusammengesetzt ist, sehr bekannt sind, so wußten wir immer ganz genau die Quantität der Gase, welche der Stickluft, dem Wasserstoffgas und der Kohlensäure zugesetzt wurden, um unsre Mischungen zu machen.

Ich muß hier, um die Monatstage nicht anführen zu dürfen, bemerken, daß der größte Theil dieser Versuche in einem ziemlich beständig warmen Sommer gemacht worden ist.

Huber machte anfänglich eine Mischung von einem Theile Lebensluft mit vier Theilen Stickluft, hernach machte er eine andre von einem Theile Lebensluft und 5 Theilen Stickluft. In der ersten Mischung ging die Keimung sehr gut von statten, und die gekeimten Körner wuchsen kräftig; in der zweiten Mischung erfolgte die Keimung weit langsamer, der Keim wuchs schläfriger und die Pflänzchen gingen viel eher ein.

Hier=

Hierauf mischte er eine Dosis Lebensluft mit sieben Dosen Stickluft. In dieser Mischung waren nach Verlauf von 3 Tagen nur fünf Saamenkörner gekeimt, und die Würzelchen verwelkten, so wie sie zum Vorschein kamen.

Diese Beobachtungen entsprachen zwar dem vorgesetzten Zwecke, doch war er hierdurch noch nicht erreicht. Huber, der keine Mühe scheut, erneuerte diese Versuche nach einem weit größeren Maasstabe. Er nahm 10 egale Phiolen, die er mit Wasser anfüllte, in eine jede derselben brachte er 4 Dosen Stickluft; jede dieser Dosen vertrat ohngefähr eine Masse Wasser, die an Gewicht 9,55 Gramme oder 180 Gran beträgt; hierzu mischte er verschiedene Quantitäten Lebensluft, und nun legte er in jede Phiole 25 Salatsaamenkörner; ich will hier in einer Tabelle den Erfolg dieser Erfahrung in einer Zeit von vier Tagen vorlegen.

Ver-

Verzeichniß
der mit Lebensluft und Stickluft gemachten Versuche.

Phiolen, welche enthalten: Num.	Wasser von Lebensluft gleich einer Masse Wasser.		Keimung.	Fortgang der Keimung.
1,4. Dosen reiner Stickluft.	0		0	0
2,4.	1,59 gram.	oder 30 Gran.	0	0
3,4.	2,38.	45.	0	0
4,4.	3,18.	60.	0	0
5,4.	4,77.	90.	0	0
6,4.	6,36.	120.	Die Hälfte Körner gekeimt.	Wenig Fortgang. Ein einz. gelbl. grün. Blatt
7,4.	7,95.	150.	Eine weit größ. Anzahl gekeimter Körner.	Drei entfaltete Blätter.
8,4.	9,54.	180.	Die Körner gekeimt.	Verlängerte Würzelchen = Blätter.
9,4.	11,13.	210.	Desgleichen.	Vortrefl. Wachsthum.

Welch eine bemerkenswerthe Erscheinung, daß von 25 Salatsaamenkörnern, unter einem Recipienten, in einer Masse von gemeiner Luft, die eine Masse Wasser von 4/77 grammes oder 30 Gran einnahm, nur 7 Saamenkörner nach 48 Stunden keimten. Die Saamenkörner keimten also nicht, ob sie gleich dreymal mehr Lebensluft hatten, und das wahrscheinlich deswegen, weil die Lebensluft in den 4 Dosen Stickluft verbreitet war, und also in nicht hinlänglicher Masse auf einen Punkt wirken konnte.

Einige Ausnahmen abgerechnet sieht man hieraus, daß eine kleine Quantität Lebensluft zur Keimung nicht hinreichend ist. Wollte man nämlich eine Masse von Lebensluft, die dem achten Theile der Masse einer Atmosphäre von Stickluft gleich ist, mit dieser letzteren mischen, so bringt das keine Wirkung hervor, der sechste Theil aber fängt an die Keimung zu befördern. Auch steht die Zahl der gekeimten Saamenkörner mit der Quantität der darzu gebrauchten Lebensluft einigermaßen in Verhältniß; und die Kraft der gekeimten Pflanzen richtet sich ebenfalls nach

dem Verhältnisse der Zahl der Saamenkörner, die gekeimt haben. Doch muß auch hierbey bemerkt werden, daß diese Versuche nichts Absolutes liefern; weil man die erzeugte Quantität kohlensaures Gas gar nicht berechnen kann, welche der Keimung der Saamenkörner in der zweiten Epoche dieser Reihe von Versuchen vielleicht hinderlich gewesen ist, da die Keimung in dieser Epoche anfängt, wenn man Wasserstofgas anwendet, wie wir bald sehen werden.

Hieraus erhält man jedoch keinen Aufschluß über die Quantität Luft, die zur Keimung eines einzelnen Saamenkorns erforderlich ist. Vergleicht man aber unsre Versuche mit den Versuchen des Lefevre, so wird daraus klar, daß das Rübenkorn noch keimt, wenn man zu einer gegebnen Masse von Stickluft 1,32 Lebensluft mischt, das Salatsaamenkorn aber nicht keimt, wenn diese Lebensluft der achte Theil ist, und daß es nur dann zu keimen anfängt, wenn die Lebensluft der sechste Theil ist. Es würde interessant seyn, die Quantität Lebensluft zu untersuchen, die zur Keimung verschiedner Saamenkörner

ganz

ganz unentbehrlich nothwendig ist. Ich bin überzeugt, wollte man den Bau dieser Saamenkörner, ihre Art zu keimen und die Zeit ihrer Keimung unter diesem Gesichtspunkte vergleichen, man würde wichtige Thatsachen für die Geschichte dieser Pflanzenoperation entdecken.

Um dem Einflusse der Lebensluft auf die Keimung genauer nachzuspüren, ist es nöthig die Wirkungen zu beobachten, welche das kohlensaure Gas mit Lebensluft vermischt hervorbringt. In dieser Absicht stellte Huber die folgenden Versuche an, die er genau wie die vorhergehenden mit den Salatsaamenkörnern einrichtete.

Wir machten dieselben Versuche auf dieselbe Art mit Kohlensäure und erhielten eine Reihe von Mischungen, die sich nach ihren Verhältnissen mit der Lebensluft, die wir anstatt der Stickluft erhalten hatten, vollkommen gleich waren. Es wäre unnütz, diese Versuche in einem Verzeichnisse aufzustellen, es ist genug, einige Beobachtungen davon mitzutheilen.

Die 25 Salatsaamenkörner wurden in Flaschen gelegt; 3 Tage nachher hatte kein einziges Saamenkorn in einer von ihnen gekeimt; man bemerkte in einigen Flaschen eine schwärzliche Farbe an den Saamenkörnern und an den Faden, der in das Wasser tauchte, um den Saamenkörnern, die in einem Gasbehälter eingeschlossen waren, Feuchtigkeit zuzuleiten.

Nach 6 Tagen nahmen wir die Körner heraus, um sie genauer zu untersuchen. In der ersten Flasche fanden wir 3 gekeimte Körner, bemerkten aber bald, daß die Flasche schlecht verstopft und also atmosphärische Luft eingedrungen war. Der nämliche Fall war bey der fünften Flasche, wo 6 Körner gekeimt hatten; aber in der 2ten, 3ten, 4ten, 6ten, 7ten, 8ten, 9ten, die sorgfältig verschlossen waren, wie man das aus dem entstandenen leeren Raume wahrnahm, der durch das Oefnen der Bouteille unter dem Wasser ausgefüllt wurde, war auch nicht ein einziges Saamenkorn gekeimt. Die Körner waren beinahe durchsichtig darinnen geworden, und

doch

doch war nicht die geringste Spur von einem Würzelchen da.

Hieraus kann man beurtheilen, wie schwierig es ist, diese Versuche anzustellen und wie leicht man sich dabei hintergehen kann; ja ich muß sagen, wir haben uns mehr als einmal dabei betrogen und würden noch im Irthume schweben, hätten wir nicht neuerlich diese Reihe von Versuchen wiederholt.

Ehe ich weiter gehe habe ich zu bemerken, daß in dieser letzten Reihe von Versuchen eine große Quantität kohlensaures Gas dagewesen seyn muß, welche das auf dem Boden der Flasche befindliche Wasser verschluckt und dadurch die Stärke der Wirksamkeit, die sie an den Saamenkörnern äußern sollte, beträchtlich geschwächt hat; und da dieses kohlensaure Gas in desto größrer Quantität und desto schneller verschluckt werden mußte, je beträchtlicher die Masse desselben war, da sie das Wasser in ungleich mehr Punkten berührte, so ist es klar, daß ihr Einfluß nicht bestimmt von der Quantität dieses Gases abgeleitet werden konnte, das mit Lebensluft vermischt gewesen ist. Doch

ist dies in Ansehung der daraus zu ziehenden Folgen gleichgültig, weil auch nicht ein einziges Saamenkorn in einer dieser Mischungen gekeimt hat. Man kann uns auch vorwerfen, daß wir diese Versuche nicht an dem Merkurius gemacht haben, allein es ist nicht immer leicht, sich auf dem Lande alle nöthige Mittel zu verschaffen. Wenn man auf diese Art seine Fehler gesteht, so erklärt man damit, daß man sie nicht vermeiden konnte, und wenn man selbst aufmerksam darauf macht, lernt man sich vor ihnen in acht nehmen, und die Folgen, die daraus entspringen können, aufheben oder modificiren.

Noch muß ich bemerken, daß unsre Beobachtungen zu denen, die Lefevre gemacht hat, nicht passen, weil die verschiedenen Proportionen der Lebensluft, die in dieselbe Masse von kohlensauren Gas gebracht wurden, das Salatsaamenkorn nicht so schnell zum keimen bringen konnten, als ein 32ster Theil die Rübenkörner zum keimen brachte. Von den Ursachen dieser Verschiedenheit habe ich schon gesprochen, sie können sowohl in diesem als in dem vorhergehenden Falle dieselben seyn;

auch kann man wahrscheinlich den Zugang der atmosphärischen Luft darzu rechnen.

Unterdeß scheint aus unsern Versuchen zu erhellen, daß das kohlensaure Gas, das gegen die Stickluft zu reichlich ist, die Keimung mehr hindert, weil der Anfang der Keimung der Salatsaamenkörner in der Kohlensäure eine weit größre Quantität Lebensluft erfordert, als zur Stickluft nöthig ist, um eine zahlreiche und kraftvolle Keimung zu bewirken. Dies stimmt wenigstens mit den Versuchen des Desaussüre überein, nach welchen eine Masse kohlensaures Gas, die mehr als ein Zwölftel betrug, und eine Masse gemeine, mit jener vermischten Luft das Wachsthum hinderte. Eben so haben wir gesehen, daß dieses Gas in der gemeinen Luft die Keimung beförderte, wenn es in geringer Quantität vorhanden war. Daraus erhellet, daß zwischen den Erscheinungen an der Keimung und an den erwachsenen Pflanzen einige Analogie statt findet.

Warum erfordert aber das kohlensaure Gas zur Befördrung der Keimung und des Wachsthums eine weit größre Portion Lebensluft als die Stickluft? Die Ursache

scheint

scheint in der Theorie des Wachsthums und in der Natur dieser Gase zu liegen. Ich habe in meiner Physiologie der Pflanzen gezeigt, daß die Pflanzen während ihres Wachsthums Kohle verlieren mußten; ich habe dargethan, daß sie in der That welche verlohren und zwar durch die Lebensluft der gemeinen Luft, welche sie ihnen durch ihre Vereinigung mit dieser entzog. Allein das kohlensaure Gas ist ein gesättigtes Oxyd, das keine neue überflüssige Portion Kohle aufnehmen kann, anstatt daß die Stickluft eine gewisse Quantität davon aufzufassen vermögend ist.

Um diese Untersuchung vollständig zu machen, mußten wir auf dieselbe Art die nämlichen Versuche wie die vorhergehenden mit Wasserstofgas anstellen. Huber machte sie anfänglich wie die andern, da dieß aber zu einer andern Zeit geschah, so fielen sie unglücklicherweise nach einem andern Maasstabe aus und machten dadurch jede lehrreiche Vergleichung unmöglich. Er fühlte dieses Hinderniß und wiederholte sie neuerlich mit den vorhergehenden, deren Geschichte ich so eben erzählt habe.

Ver-

Verzeichniß

der mit Wasserstoffgas und Lebensluft gemachten Versuche.

Phiolen, welche enthalten:	Masse von Lebensluft.		Keimung.	Fortgang des Wachsthums.
1,4. Dosen reines Wasserstoffgas.	gleich einer Masse Wasser von		o	o
2,4.	1,59 gram.	oder 30 Gran.	o	•
3,4.	2,38.	45.	Zwey Würzelchen.	o
4,4.	3,18.	60.	mehrere Würzelchen.	
5,4.	4,77.	90.	die Würzelchen werden länger.	
6,4.	6,36.	120.	mehrere Würzelchen.	Die bisher erschien. Würz. werd. läng.
7,4.	7,95.	150.		kleine Blätter.
8,4.	9,54.	180.		fortgesetztes Wachsthum.
9,4.	11,13.	210.	einige gelblich grüne Blätter;	sehr lange Würzelch.

So schwierig es nun auch seyn mag, nach diesen Versuchen die Wirksamkeit dieser verschiedenen Gase zu vergleichen, weil wir uns die großen Veränderungen schlechterdings nicht verheimlichen können, die wir in unsern Resultaten gehabt haben, ungeachtet aller Bemühungen sie auf ein bestimmtes Gesetz zurückzuführen; so scheint es doch, wenn wir uns bey diesen letzten Verzeichnißen verweilen, die wir nach unsern neuesten, noch in diesem Frühjahre wiederholten Versuchen entworfen haben, als sey das kohlensaure Gas das wichtigste Hinderniß der Keimung, wenn man es mit Lebensluft vermischt; dann die Stickluft und endlich das Wasserstoffgas, weil es nur eines Sechzehntels der Lebensluft bedarf, um den Anfang der Keimmung durch sie zu befördern. Ganz besonders aber und aller Aufmerksamkeit würdig ist es, daß die Blätter in jenen beiden Luftarten hervorbrechen, wenn sie mit derselben Quantität Lebensluft vermischt sind. Das Wasserstoffgas ist also vielleicht der Kohle näher verwandt, oder weit fähiger, sogleich eine viel größere Quantität derselben aufzulösen, daß sie alsdann keine mehr in sich enthalten könnte. Dies führt zu

der Erscheinung, von welcher wir schon gesprochen haben, und im 4ten und 5ten Aufsatze noch sprechen werden. Ueberall aber findet man Beweise von der Nothwendigkeit der Lebensluft.

§. 12.

Neue Versuche an den Mischungen des Wasserstoffgases und des Stickstoffgases mit der Lebensluft, in welchen die Saamenkörner nach einigen wiederholten Keimungen nicht mehr keimen wollten.

Als wir im 6ten Jahre die Versuche fortsetzten, die wir im 5ten Jahre an der Stickluft gemacht und im §. 7. erzählt haben, bemerkten wir, daß das mit Lebensluft vermischte Wasserstoffgas, wenn es zu einer nach einander erfolgten Keimung verschiedner Saamenkörner gebraucht worden war, nicht allein die Fähigkeit, andre Saamenkörner zum keimen zu bringen verlohr, sondern auch eine weit größere Quantität Lebensluft nöthig hatte, als gewöhnlich zur Bildung eines reinen Wasserstoffgases erforderlich ist, das die Keimung der Saamenkörner, die ihm unter günstigen Umständen ausgesetzt werden, bewirken soll.

Wir

Wir hatten nun die wahre Ursache dieser Erscheinung vermuthet; wir glaubten nämlich, daß die in der Stickluft aufgelößte Kohle sich eines Theiles der mit ihr vermischten Lebensluft bemächtige, und so die Kohlensäure bilde, die darinnen angetroffen wird, und daß dadurch die Wirksamkeit auf die Kohle des Saamenkorns gehindert werde. Allein so große Wahrscheinlichkeiten auch unsre Meinung unterstützten, in Ansehung der Stickluft konnten wir sie doch nicht streng beweisen. Wir hofften also durch die Beobachtung einer ähnlichen Erscheinung an künstlichen, aus einer Mischung Wasserstoffgas und Lebensluft gebildeten Atmosphären eine Veranlassung zu finden, diese Muthmaßung zu bestätigen oder ganz aufzugeben. Wir verfuhren auf folgende Art bey dieser Untersuchung.

Durch eine Menge oft wiederholter Versuche wußten wir, daß das aus Zink mit Schwefelsäure gezogne Wasserstoffgas, wenn man es mit Lebensluft, die rein von allem kohlensauren Gases ist, vermischt, und in Gefäße bringt, wo es auf Kalkwasser ruht, darinnen entzündtet werden kann, ohne das Wasser zu Schütteln,

und

und also auch ohne eine Spur von Kohlensäure blicken zu lassen. Wir glaubten also, die Entzündung des Wasserstoffgases auf dem Kalkwasser könne in der That ein einleuchtender Beweis seyn, daß eine Mischung dieses Wasserstoffgases mit dieser Lebensluft, die schon zu einigen hintereinander erfolgten Keimungen gebraucht werden war, und nun noch eine Keimung neuer Saamenkörner nicht bewirken wollte, wirklich Kohle aufgelößt habe.

In dieser Absicht bildete Huber eine Atmosphäre, die der Atmosphäre der gemeinen Luft ähnlich war, wo das aus Zink durch Schwefelsäure gezogne Wasserstoffgas die Stickluft ersetzte. Zu dieser Atmosphäre mischte er ein Drittheil Lebensluft, und ließ nun darinnen nach und nach Salatsaamenkörner keimen, so lange bis keine Keimung mehr in derselben erfolgen konnte. In diesem Zeitpunkte wusch er die Atmosphäre sorgfältig mit Kalkwasser und ließ sie lange auf diesem Wasser stehen; hierauf wusch er sie von neuem damit, und als dieses Gas das Wasser durchdrang, ohne es im gering sten zu trüben, zündete er es auf diesem Wasser mit dem Luftmesser des Volta an, nachdem er es mit

mit Lebensluft vermischt hatte, die durch ähnliches Waschen mit Kalkwasser und durch denselben Aufenthalt auf diesem Wasser von der kleinsten Spur des kohlensauren Gases gereinigt worden war. Im Augenblicke der Entzündung ward das Wasser sehr trübe und es erfolgte ein starker Bodensatz von Kalkerde. Hier konnte nun nichts anders Ursache seyn, als sehr viel erzeugte Kohlensäure, weil diese Säure in den beiden Luftarten nicht existirte, die zur Entzündung gebraucht wurden. Hieraus sieht man also deutlich, daß die Kohle, die durch das Wasserstoffgas aufgelößt wurde oder mit demselben verbunden war, sich während der Keimung von ihm getrennt, und während der Entzündung verzehrt hatte; oder was einerlei ist, sie hatte sich mit der Lebensluft vereinigt, und so die Kohlensäure gebildet, durch welche der Bodensatz von Kalkerde entstanden war.

Wenn man diese beiden präparirten Gase, so wie wir sie zu dem eben erwähnten Versuch gebraucht haben, mit einander in Berührung bringt, und so gemischt dem Kalkwasser aussetzt, so erhält man auch Kohlensäure, und dies bestätigt den obigen Versuch; nur daß das, was dort

dort in einem Augenblick geschah, hier einer längern Zeit bedarf.

Und so scheint mir es dann ausgemacht, daß die Kohle ohne Zweifel genau mit dem Wasserstoffgas verbunden ist, weil sie durch das Waschen nicht von ihm getrennt werden konnte, sondern man zu andern Mitteln greifen mußte, um sie davon abzusondern: Die übersaure Salzsäure oder Dephlogistisirte Salzsäure (le Gaze acide muriatique oxygéné) entzieht also dem Wasserstoffgas die Kohle, und zwar durch eine beträchtliche Verminderung desselben.

Ich glaube daß der obige an der Entzündung gemachte Versuch ein Mittel ist, wodurch man bestimmt wissen kann, wie viel Kohle sich in dem Wasserstoffgases aufgelößt habe; denn wenn man den präcipitirten Kalk wiegt, so kann man die Quantität des kohlensauren Gases erfahren, die er enthält, und folglich auch die Quantität Kohle, mit welcher die Composition des Gases versetzt ist.

Hierzu kommt endlich, daß das aus Zink durch Schwefelsäure gezogene Wasserstoffgas eine lebhafte und weiße Flamme macht, die sich aber

aber mehr oder weniger blau färbt, wenn dieses Gas längere oder kürzere Zeit zur Atmosphäre keimender Saamenkörner gedient hat, selbst dann noch, wenn es in Kalkwasser gewaschen worden ist.

Daraus ziehe ich nun den Schluß, daß das Wasserstoffgas, das zur Atmosphäre keimender Saamenkörner oder erwachsner Pflanzen gebraucht wird, sich mit Kohle füllt, und daß ihm diese Kohle nur durch die Operation der Keimung mitgetheilt werden kann, oder auch durch das Wachsthum, welches dieselbe Wirkung an diesem Gase hervorbringt.

Diese Versuche bestätigen auch noch auf eine andre Art, daß die keimenden Saamenkörner und die Pflanzen nicht die unmittelbaren Quellen der Kohlensäure sind, die man in der Atmosphäre findet, in welcher sie vegetirt haben, sondern daß es vielmehr (une combinaison du charbon) eine gemischte Verbindung mit der Kohle ist, die sie mit der Lebensluft, die ihre Atmosphäre ausmacht, fahren lassen, weil man die Kohle mit dem Wasserstoffgas und der Stickluft der künstlichen Atmosphären, in welchen

chen die Saamenkörner und die Pflanzen gewachsen sind, verbunden antrifft.

Wenn die Stickluft, wie wir im §. 7. gesehen haben, unter einerley Umständen einerley Wirkungen hervorbringt, wie das Wasserstoffgas, so muß das, der Analogie gemäß, aus einerlei Ursachen geschehn, nämlich weil sie auch eine große Quantität Kohle auflößt, wie wir das sehr wahrscheinlich dargestellt haben. Man darf sogar mit Recht glauben, daß die Stickluft eine weit größere Quantität Kohle in sich vereinigt, als das Wasserstoffgas, weil zu jener, wenn sie mit Kohle angefüllt ist, eine weit grössere Quantität Lebensluft erfordert wird, als zu diesem in demselben Falle, um sie zur Entwicklung der Saamenkörner geschickt zu machen, die man unter den nöthigen Vorkehrungen in ihren Wirkungskreis versetzt.

§. 13.

Versuche an der Keimung der Saamenkörner, welche um zu keimen in kleine Gefäße gelegt wurden, in welchen die atmosphärische Luft erneuert werden konnte.

Um die obigen Versuche, durch welche wir den nothwendigen Einfluß der Lebensluft auf die

die Keimung beweisen wollten, zu ergänzen, müssen wir noch darthun, daß die Keimung und das Wachsthum in sehr kleinen Gefäßen nicht gehemmt wurde, wenn die atmosphärische Luft darinnen beständig erneuert werden konnte.

Es war nicht leicht, die atmosphärische Luft in einem sehr kleinen Gefäße zu erneuern, denn nicht genug, daß man dem Gefäße eine Luft beibrachte, welche die Bildung der Kohlensäure vernichtete, sie mußte auch diese Kohlensäure und die zurückgebliebne Stickluft ganz daraus verdrängen und die ganze Atmosphäre des Gefäßes durch eine andre ersetzen.

Man erfand zu diesem Endzwecke röhrenförmige (tabulés) Recipienten mit Oeffnungen auf der Fläche, wo das Gefäß stand, dessen oberer Theil selbst durchlöchert war; wir kamen ferner auf den Gedanken Blasebälge zu appliciren, um die Luft dadurch zu verändern, daß wir die bisher unter den Recipienten eingeschlossene ganz ausleerten; allein wir fanden das erste Mittel unzureichend und das andre beschwerlich, mühsam und nicht recht passend. Hubern fiel ein, eine kleine Büchse von weißem Blech zu neh-

nehmen; zwey entgegengesetzte Seiten derselben wurden durchbohrt und in diese beiden Löcher zwey Röhren befestiget, deren Oeffnungen in der Büchse auf einander paßten und so gestellt waren, daß sie einen Luftzug bewirkten, wodurch die in der Büchse enthaltene Luft erneuert wurde. In diese Büchse säete er nun auf nasse Schwämme Salatsaamenkörner, die wie in der gemeinen Luft keimten. Er säete mehreremale nach und nach neue neben denen hinein, die schon gekeimt hatten, und die letzteren keimten jedesmal eben so geschwind, wie die ersten, da hingegen die Keimung in einer gleichen Zahl von Saamenkörnern nach zwey oder drey dergleichen Versuchen gehemmt wurde, wenn man das Gefäß ganz verschloß. Hieraus sieht man also, daß die Saamenkörner in verschlossenen Gefäßen nach einer wiederholten Keimung einiger Saamenkörner deswegen nicht keimten, weil sie die Lebensluft ihrer Atmosphäre in kohlensaures Gas verwandelt haben. Die Keimung muß also in verschlossenen Gefäßen eben so unaufhaltsam vor sich gehen, wie in der freien Luft, wenn die in ihnen enthal-

haltene Luft verändert werden kann; weil beständig Lebensluft zugeführt wird, welche erneuert und in Kohlensäure verwandelt werden muß, wie in eben den Gefäßen, deren Luft mit der Atmosphäre in keiner Verbindung steht und in welchen die Lebensluft bald vernichtet wird; endlich auch, weil das kohlensaure Gas, das für die Keimung so nachtheilig ist, in eben dem Grade daraus verdrängt wird, in welchem sie sich bildet.

Dritter Aufsatz.

Von dem Einfluße der Luft und einiger gasartigen Stoffe auf die Keimung verschiedner Saamenkörner.

§. 14.

Der Einfluß verschiedner in der Luft verbreiteter Ausflüsse auf die Keimung.

Da die Luft durch verschiedne Stoffe, die sie aufnimmt, modificirt werden kann, so schien

schien es uns nothwendig zu untersuchen, ob diese Modificationen an der Eigenschaft der Luft, die Keimung zu befördern, etwas ändert. Ich werde also in diesem Aufsatze die Versuche darstellen, die wir hierüber angestellt haben, und dann einige aus den vorherigen Versuchen fließende Folgerungen hinzufügen.

Huber hieng ein Stückchen mit Schwefeläther (Vitriolnaphte, éther sulfurique) geschwängerte Baumwolle in einem durch Wasser verschlossenen Recipienten auf, in welchen er Salatsaamenkörner so legte, daß man ihre Keimung gehörig beobachten konnte, im Fall dies die ätherischen Dünste nicht hinderten. Allein es erfolgte keine Keimung, die Saamenkörner wurden weiß, und keimten auch dann nicht, als sie der freien Luft ausgesetzt wurden. Es ist wahrscheinlich, daß der ätherische Dunst, der in dieser Atmosphäre verbreitet ist und auf den Saamenkörnern ruht, als eine Auflösung ihrer harzigten Theile wirkt, daß diese Wirkung sich bis auf den Keim erstreckt und ihn durch ihre gewaltsame Aeußerung zerstört. Warum ich

das glaube? Weil die Lebensluft der gemeinen Luft nicht verzehrt war, sich folglich keine Kohlensäure darinnen erzeugt hatte und die Saamenkörner nicht keimten, wenn sie in eine Luft versetzt wurden, die mit diesen geistigen Dünsten unvermischt war.

Der Kampher, der die Luft wenig verändert, in die er gebracht wird, wenn er nicht zu lange darinnen liegen bleibt, wie ich das oft bey meinen Versuchen bemerkt habe, hinderte dessenungeachtet die Keimung der Saamenkörner, die hernach in der freien Luft eben so wenig keimten; brachten wir hingegen mit Kampher geschwängerte Luft in eine viermal größere Masse reiner atmosphärischer Luft, so keimten die Saamenkörner vortrefflich darinnen. Lefevre hat seine Rübenkörner unter einem Recipienten, in welchem er ein Stück Kampher aufgehängt hatte, wie in gemeiner Luft keimen sehen; allein das kann von der Natur des Saamenkorns oder von dem Umfange des Recipienten herrühren, weil die Salatsaamenkörner auch in einer Atmosphäre keimten, die ein Viertel mit Kampher angefüllte Luft enthielt.

Fer-

Ferner hat Huber auch beobachtet, daß die Keimung nicht gänzlich fehl schlug, wenn die Saamenkörner in eine Atmosphäre gebracht wurden, in welcher stark mit Kampher gemischtes Wasser befindlich war. Die Saamenkörner schwollen auf, und ihre ausgedehnten Würzelchen könnten ihre Hülle nicht abwerfen, so nahe sie auch daran waren, hervorzubrechen. Es hat also ganz den Anschein, als wollten die Saamenkörner nun anfangen zu keimen, wenigstens ist die Atmosphäre, in welcher sie liegen, in den ersten Augenblicken nicht mit einer Menge kamphrichter Ausflüsse angefüllt, die der Keimung nachtheilig seyn könnten; allein die Luft ist wahrscheinlich dann, wenn der Keim sich eben entwickeln will, so mit Kampher angefüllt, daß sie vielleicht durch ihre der Fäulniß widerstehende Kraft (antisceptiticé) auf das Saamenkorn wirkt, und den Keimungsproceß nicht vollenden läßt, weil sie die Gährung unterbricht.

Terpentinöl unter einem durch Wasser verschlossenen Recipienten mit der Luft in Verbindung gebracht, welche die Saamenkör-

ner umfließt, hindert ihre Keimung und sie keimen auch in freier Luft nicht. Es ist bekannt, daß diese flüchtige Flüssigkeit sehr stark ausdünstet; diese Dünste verbreiten sich dann in der Luft, fallen wahrscheinlich auf die Saamenkörner zurück und wirken so gewaltsam auf ihre resinösen Theile, daß sie davon wesentlich zerstört werden müssen. Oder auch: dieses Oel saugt Lebensluft ein, es läßt Wasserstoffgas fahren, wenn es sich verdickt, und entzieht auf diese Art der atmosphärischen Luft die Mittel, die Entwicklung der keimenden Saamenkörner zu befördern, im Fall dies ja noch möglich gewesen wäre. Lefevre hat die nämlichen Versuche, aber mit andern Erfolg gemacht; seine Saamenkörner haben gekeimt. Den Schlüssel zur Erklärung dieser Abweichung habe ich schon oben gegeben.

Eben so hinderte Assafoetida, wovon ein Stück in einem Recipienten aufgehangen wurde, die Keimung der Saamenkörner; ja sie erfolgte auch nicht in einer Mischung von Luft die mit den stinckenden Ausdünstungen dieses Stoffes angefüllt war, mit atmosphärischer Luft; und doch habe ich bemerkt, daß das Assafoetida

tida die Reinheit der Luft, mit welcher man es ziemlich lange unter einen Recipienten versetzte, nur sehr wenig verdarb. Dadurch könnte man auf die Vermuthung kommen, daß es einen besondern Einfluß auf den Keim oder auf das Saamenkorn, oder auf beide zugleich habe. Lefevre hat gefunden, daß die Saamenkörner in gemeiner Luft, die von den Ausdünstungen des Assafoetida durchdrungen war, vortrefflich keimten. In der Art und Weise wie man den Versuch anstellt, liegt vielleicht die Ursache der verschiedenen Resultate.

Der Dunst vom Weinessig hat die Keimung ebenfalls gehindert. Es ist bekannt, daß diese Säure die Auflösung der mehlichten Masse der Körner ist.

Der Salmiak hindert die Keimung der Saamenkörner, die in einer verschloßnen Atmosphäre liegen, in welche er seine Dünste verbreiten kann; ja sie werden so dadurch verdorben, daß sie in der freien Luft nicht mehr keimen können.

Feuchte Erde in den Dunstkreis einer kleinen Quantität eingeschloßner Luft versetzt, hindert oft die Keimung wegen des großen

Ueber=

Ueberflusses von Kohlensäure, die sowohl die Erde ausdünstet als auch aus der Lebensluft erzeugt wird, welche die Erde umfließt, so, daß beinahe nichts als Stickluft und viel kohlensaures Gas mit wenig Lebensluft übrig bleibt. Die Beschaffenheit dieser neuen Atmosphäre erläutert die Ursache, wodurch die Keimung der von ihr umgebnen Saamenkörner aufgehalten wird.

Faulende Körper und in Fäulniß übergegangene Theile aus dem Thier- und Pflanzenreiche hindern die Keimung der Saamenkörner, die man in sie versetzt. Vielleicht erzeugen sie eine zu dicke Feuchtigkeit, welche die Saamenkörner nicht durchdringen kann, wie das Lefevre an dichten Pflanzensäften erfahren hat, in welche er vergebens Saamenkörner legte; oder vielmehr bewirken diese faulichten Stoffe vielleicht eine zu schnelle Gährung der ihnen ausgesetzten Saamenkörner, und entziehen ihnen die Lebensluft, die in der Luft enthalten ist, welche mit ihnen unter den Recipienten eingeschlossen ist. Ich habe allemal gesehen, daß die Schminkebohnen und selbst die Erbsen in faulen Birnen

und Aepfeln nicht keimten, ob sie gleich der freien Luft ausgesetzt waren. So weiß man auch, daß die frischen Champignons, die man mit Saamenkörnern in ein verschloßnes Behältniß legt, die Keimung derselben hindern; und zwar deswegen, weil diese Pflanze sehr gierig Lebensluft einsaugt und folglich dieses Mittel einer glücklichen Keimung schwächt.

Die Saamenkörner, welche in eine verschloßne Atmosphäre gelegt werden, die mit ungelöschtem Kalk in Verbindung gestanden hat, keimen gleich; ihr Wachsthum stockt aber bald, denn es fehlt den Pflänzchen die Nahrung, die sie bedürfen, nämlich die Kohlensäure, die ihnen der Kalk entzieht.

Wenn man endlich anstatt des Wassers, Merkurius nimmt, um die Gefäße, in welchen man diese Versuche an der Keimung macht, zu verschließen, so bemerkt man, daß sich die Entwicklung der Saamenkörner verzögert. Nach vielen Versuchen, die ich angestellt hatte, um die Ursache hiervon zu entdecken, wurde mir es wahrscheinlich, daß das durch

die

die Keimung gebildete kohlensaure Gas ganz vermischt in der verschloßnen Atmosphäre bleibt, in welcher sie sich erzeugt, und wie sehr diese Säure, wenn sie gewisse Gränzen überschreitet, dem Wachsthume nachtheilig ist, ist bereits gezeigt worden. In ähnlichen durch Wasser verschlossenen Atmosphären hingegen, wird die Kohlensäure zum Theil aufgelößt und dadurch in der Atmosphäre der Saamenkörner verringert. Desgleichen, wenn man den Merkurius mit einer sehr dünnen Wasserfläche überzieht, so daß er davon bedeckt wird, so geht die Keimung beinahe eben so von statten, wie in ähnlichen Gefäßen, die durch Wasser verschlossen sind.

§. 15.

Hauptfolgerungen aus den vorhergehenden Versucheu.

Aus diesen zahlreichen und mannichfaltigen Versuchen wollen wir nun einige daraus herfließende Folgerungen darstellen. Diese Wiederholung wird eine Uebersicht dessen geben, was man in einzelnen Fällen nicht beobachten kann; sie wird die vielleicht gesammelten

Kennt-

Kenntniße dem Gedächtniße tiefer einprägen, sie wird ihre Beschaffenheit genauer bezeichnen, und ihre Verbindung unter sich und mit dem Systeme unsrer Ideen sichtbarer machen: sie wird mit einem Worte ein Ganzes darstellen, das man bequem vor Augen haben kann, ohne es erst mühsam sammeln zu dürfen.

Diese Versuche zeigen nämlich deutlich, daß die Lebensluft zur Keimung einer sehr großen Anzahl Saamenkörner unerläßlich nothwendig sey: denn außer den Saamenkörnern einiger Wasserpflanzen kennen wir kaum fünf oder sechs Arten, welche ohne den Einfluß der Lebensluft keimen, oder vielmehr zu keimen anfangen könnten; ja es ist noch sehr zweifelhaft, ob die Saamenkörner der Wasserpflanzen gekeimt hätten, wenn nicht in dem sie umgebenden Wasser Lebensluft enthalten gewesen wäre. Und so hätten wir es denn als ein allgemeines, durch die Wahrheit bestätigtes Gesetz aufgestellt, dessen Evidenz noch nie so klar war, wie sie es durch unsre Versuche geworden ist, die auch nicht einen Schatten

ten von Zweifel mehr übrig zu lassen scheinen *).

Doch wir haben nicht allein dargethan, wie unentbehrlich die Lebensluft zur Keimung ist, wir haben auch zeigen können, wie sie angewendet werden muß, und beweisen können, daß die Lebensluft nicht von dem Saamenkorne angezogen und von ihm eingesogen wurde, sondern daß sie sich auf der Außenseite desselben mit seiner Kohle verband, deren Abgang sie beförderte: weil die Atmosphäre der keimenden Saamenkörner nicht bloß vermindert sondern wirklich verändert wird; denn man findet in derselben mehr oder weniger kohlensaures Gas, das vorher nicht darinnen war; hingegen trifft man keine Lebensluft mehr an, die doch vorher in derserselben enthalten war. Da es nun bekannt ist, daß das kohlensaure Gas durch die Verbindung der Kohle mit der

*) Lefevre hat zwar, in seinen Versuchen über die Keimung, die Nothwendigkeit der Lebensluft zu dieser Operation des Wachsthums auch beweisen, allein unsre Versuche waren schon vollendet, als sein Werk in unsre Hände kam.

der Lebensluft erzeugt wird, so haben wir geschlossen, daß das Saamenkorn allein die Kohle hergeben könne, und daß die sich mit der Lebensluft der Atmospäre vereinigt hätte, die unter den Recipienten verschwunden war, in welchen der Versuch gemacht wurde. De Saussure ist uns mit der Bekanntmachung der Entdeckung zuvorgekommen, daß die Saamenkörner die Lebensluft nicht anziehn, ja er hat uns übertroffen, weil er es ganz genau bewiesen hat, wie wir schon erinnert haben.

Das kohlensaure Gas bildet sich auch in den keimenden Saamenkorne wie De Saussure gezeigt hat, und das muß daher kommen, weil das Saamenkorn, das eben keimt, in dem Zustande einer entschiednen Gährung ist, wie ich das in meiner Physiologie der Pflanzen 2. 3. dargethan habe. Dieses kohlensaure Gas wird dann in dem Saamenkorne wie in dem Safte der Weintraube erzeugt; doch geht diese Gährung, im Vergleich mit der Quantität gährender Stoffe, die das Saamenkorn enthält, und da sie sich in die einzelnen Zellen sehr ver-

theilen

theilen muß, anfänglich [langsam von statten und bringt wenig] kohlensaures Gas hervor; es ist mir sogar wahrscheinlich, daß dieses Gas, das sich nach und nach im Innern des Saamenkorns bildet, den Nahrungssaft mit sich in die Gefäße führt, ihn den Würzelchen des Keims mittheilt, auf diese Art die Entwicklung des Pflänzchens befördert, und ihm also schon durch die Auflösung des Saamenkorns die Kohle liefert, die eins seiner Bestandtheile werden muß.

Diese Kohle, die in den Saamenkörnern in weit größrer Menge als in den übrigen Theilen der Gewächse ist, die überflüssig in ihrem Innern verborgen liegt, um durch ihre fäulnißwiderstehende Kraft die Gährung derselben zu sichern, mußte nothwendig einen Ausgang finden, als das Saamenkorn in Gährung übergieng, um seinen Keim durch die Keimung zu entwickeln, und ihn mit den süßen Säften zu nähren, die es erzeugt; ja diese Kohle mußte sich allmählig absondern, damit die Gährung nicht die Gränzen überschritte, von welchen die Erhaltung der Pflanze abhängt. Wir wissen wenigstens aus unsern

sern Versuchen, daß das kohlensaure Gas in dem Keimungsproceße sich dann anfieng zu zeigen, als das Saamenkorn anfieng aufzuschwellen, und also kurz zuvor, ehe das Würzelchen zum Vorschein kam; ferner daß es sich dann nach und nach und zwar immer reichlicher vermehrte, doch auf eine besonders merkliche Art nicht eher, als bis das keimende Saamenkorn sich nicht weiter entwickelte, oder gar nicht keimte und verfaulte.

Nun ist es auch klar, warum die meisten Saamenkörner in einer Atmosphäre von Stickluft oder vom kohlensauren Gase nicht keimen. Das Saamenkorn kann sich in diesen Gasen seiner überflüssigen Kohle nicht allmählig entledigen; eine richtig abgewogne Gährung konnte darinnen auch nicht befördert werden, weil es an Lebensluft der atmosphärischen Luft dabei fehlte, welche die Gährung durch ihre Verwandschaft mit ihr bewirkt; endlich wurde das vom Wasser durchdrungene Saamenkorn gewöhnlich schwarz, und gieng in eine faulichte Gährung über, die es endlich ganz vernichtete.

Ferner, wenn die Kohlensäure im Wasser aufgelößt worden ist, so dringt der Saft durch ihre Blattstiele (leurs petioles) in die Blätter und befördert das Wachsthum und ihre Erhaltung durch die Kohlensäure, die sich darinnen ansetzt und auflößt. Es scheint auch, als befördere sowohl die Kohlensäure, die in dem Saamenkorne selbst erzeugt wird, als auch die, welche von außen dazu stößt, die Keimung desselben und die Entwicklung des Pflänzchens. Darauf gründet sich wahrscheinlich unsre Erfahrung, daß die Atmosphäre der Lebensluft und der gemeinen Luft, welche eine kleine Quantität kohlensaures Gas enthält, der Keimung und dem Wachsthume weit zuträglicher ist als dasselbe Gas oder dieselbe Luft, die gar kein kohlensaures Gas enthält; ja es ist sogar wahrscheinlich, daß die Keimung in der Lebensluft, die ganz rein und ohne Kohlensäure war, deswegen nicht statt fand, weil das Saamenkorn die Kohlensäure, die es anfänglich erzeugt, erwartete, um sie einzusaugen und dann zu keimen.

Es ist nicht zu läugnen, daß sich das kohlensaure Gas nicht immer so von den Saamenkörnern trennt, wie es sich von den Blättern mit der Lebensluft sondert, die sie mit Hülfe des Sonnenlichtes unter Wasser erzeugen, das mit Kohlensäure geschwängert ist. Allein das hebt die Analogie nicht auf, wenn man sich erinnert, daß sich das kohlensaure Gas, das in dem Saamenkorne erzeugt wird, nicht auflößt, und sich nicht auflösen soll, denn es ist zur Nahrung des Pflänzchens bestimmt, in das es mit den Säften übergeht, wenn es in das Würzelchen treibt, anstatt das beim Blatte die Gewalt der Evaporation mit dem Safte eine weit größere Quantität Kohlensäure herbeizieht, als das Blatt auflösen kann, diese wird dann durch die unaufhörliche Anhäufung gepreßt und entweicht mit der Lebensluft. Hierbei darf man aber nicht vergessen, daß die Quantität Kohlensäure, die sich unmittelbar von den Blättern absondert, im Vergleich mit der Quantität, die sich in verschlossenen Gefäßen aus der Lebensluft der atmosphärischen mit den Blättern eingeschlossenen Luft erzeugt, sehr

gering ist, wie man das sehr deutlich an der Verminderung der Luftmasse wahrnehmen kann, die auf alle Fälle eben so beträchtlich ist, als unter ähnlichen Umständen bey der Keimung. Ferner verderben die Blätter und die Saamenkörner gewöhnlich in einer Atmosphäre, die aus Stickluft, Wasserstoffgas und kohlensaurem Gase besteht; und wenn die Saamenkörner Kohlensäure erzeugen, und diese sich ganz ausgebildet von ihnen trennt, so wird sie nur erst ohngefähr gegen die Mitte der Keimung bemerklich, wenn die Gährung schnell überhand nimmt, oder wenn das Saamenkorn fault und verdirbt.

Es würde sehr interessant seyn, wenn man den Theil des Saamenkorns entdecken könnte, auf welchen die Lebensluft zuerst wirkt. Es ist durch eine fortgesetzte Erfahrung bekannt, daß die Lebensluft der gemeinen Luft beinahe gar keinen Einfluß auf die Saamenkörner hat, wenn sie darinnen der freien Luft ausgesetzt worden sind. Da man fruchtbare Saamenkörner sehr lange in der Luft erhalten konnte, so ist das ein Beweis, daß sie nicht wesentlich von derselben angegriffen wer-

den.

den. Doch hat Duhamel beobachtet, daß die Saamenkörner weit länger fruchtbar blieben, wenn man sie in einem simpeln Papiersack, an einem Orte aufbewahrte, wo immer frische Luft zuströmen konnte, als wenn sie der Luft ganz bloß ausgesetzt wurden. Aus dieser Beobachtung würde folgen, daß in diesem Falle der Einfluß der Lebensluft nicht sehr wirksam ist, weil man nur erst nach mehreren Jahren einigen Unterschied gewahr werden kann, vorausgesetzt, daß man Grund hat, der Lebensluft diesen Unterschied zuzuschreiben: mir scheint es natürlicher, ihn auf Rechnung eines öftern Wechsels trockner und feuchter Luft zu setzen.

Also entstehen aus dem angefeuchteten Saamenkorne neue Verbindungen mit der Lebensluft? Ich glaube nicht, daß die Feuchtigkeit des Saamenkorns hier die einzige Ursache ist, weil das Wasser mit der Lebensluft nicht mehr genug verwandt ist, um eine so große Wirkung vermuthen zu lassen; zumal da die Unterschiede, welche ich an der Keimung der Saamenkörner beobachtet habe,

die unter dem Wasser keimen, und die ich in gekochtes Wasser und in Wasser mit Lebensluft geschwängert legte, keine hinlänglichen Resultate zur Rechtfertigung dieser Vermuthung geliefert haben.

Es schien mir auch als bemächtigte sich die Lebensluft durch ihre Wirkung nur mäßig der überflüssigen Kohle, welche die Saamenkörner enthalten, und die sie absetzen müssen; allein wenn die Lebensluft sich mit der Kohle vereinigen soll, so darf sie von dem Einflusse andrer Massen, mit welchen sie in Verbindung steht, nicht gehindert werden, z. B. von gummichten, harzigen und klebrigen Materien, und dies ist der Fall, wenn die angefeuchteten Saamenkörner während des Keimens in Gährung übergehen, weil sie dann einen zuckersüßen Geschmack annehmen zum Beweis, daß ihre gummichte, harzige und klebrichte Masse aufgelößt ist. Wenn das Saamenkorn gekeimt hat oder wenn sie in den Saft verwandelt worden sind, der das Pflänzchen nähren muß, so kann man von diesen Stoffen nichts mehr bemerken. Jetzt wird sich nun die Lebensluft der überflüssigen

Kohle bemächtigen und dadurch ihren Einfluß auf das kohlensaure Gas beweisen. Diese Auflösungen und diese neuen Verbindungen entblößen wahrscheinlich eine große Quantität Kohle, die sich mit der Lebensluft der Atmosphäre vereinigt, und die große Masse von Kohlensäure bildet, die man unter den verschloßnen Gefäßen findet, in welchen die Saamenkörner keimen.

Es könnte hier in der That einiger Unterschied zwischen der Weingährung, die ohne den Einfluß der Luft erfolgen kann, und zwischen der Gährung der Saamenkörner Statt finden, welche die Lebensluft zur Keimung so unentbehrlich bedürfen; allein die atmosphärische Luft ist nur ein Excipiente des kohlensauren Gases, das sich von dem Moste sondert, das ist aber nicht der Fall bey den Saamenkörnern, welche weit mehr Kohle enthalten, die also auch weit mehr und zwar sehr schnell absetzen müssen; soll nun dies glücklich von statten gehn, so muß es in einer bestimmten Zeit durch die Lebensluft geschehn, die sich mit der Kohle vereiniget, sie als Kohlensäure von dem Saamenkorne trennt,

und sie in die Atmosphäre bringt, von welcher sie nun ein Bestandtheil wird.

Hierbei ist zu merken, daß die Lebensluft die Saamenkörner, deren Pflänzchen bey der Keimung aus Mangel dieses Gases gelitten haben, nicht wieder in unverdorbnen Stand setzet. Da nämlich diese Wirkung der Lebensluft nicht gleich anfänglich mit der Keimung in Verbindung stand, so konnte sie hernach nicht alle die Kohle wegführen, die sich von den Saamenkörnern trennen sollte, sie behielten also eine zu große Quantität bey sich, und diese überflüssige Kohle veränderte die Quantität der Nahrungssäfte, die zur Entwicklung des Keims unentbehrlich sind; diese Säfte blieben also verdorben, auch wenn man ihnen zu Hülfe kam, weil sie schon vorher verdorben waren, und ihr natürlicher Zustand konnte nicht wieder hergestellt werden, weil die Werkzeuge kraftlos waren, die sie bereiten und zu fernerer Ausbildung aufnehmen sollten. Huber hatte bemerkt, daß die Würzelchen der Pflänzchen, die sich in einer Atmosphäre entwickelt hatten, die nicht hinlänglich

länglich mit Lebensluft angefüllt war, verdarben, sich nicht verlängerten, und ihr Woll- oder Sammetartiges (duvet) oder, wie ich glaube, ihre Ansaugetheile (sucoirs) die sich nicht entwickeln konnten, verlohren. Allein das stimmt mit den Beobachtungen an allen Pflanzen überein, bey denen die Entwicklung der Wurzeln von der Entwicklung der Aeste und Blätter abhängt; wächst das Keimfederchen (la plumule) in diesem Falle nur sparsam, so wächst das Würzelchen verhältnißmäßig eben so.

Ich muß hier bemerken, daß die Beschaffenheit unsrer Atmosphäre der Keimung der Saamenkörner ganz angemessen ist, denn unsre Versuche haben bewiesen, daß sie zu einer kraftvollen und zahlreichen Keimung die zweckmäßigste Mischung von Stickluft und Lebensluft liefert, und die wirksamsten Mittel zur Entwicklung des Pflänzchens darreicht, das seine Hülle durchbrochen hat. Man sieht wenigstens, daß das Pflänzchen sehr bald eingeht, wenn man die Keimung durch gewaltsame Mittel übereilt, und daß man gewöhnlich nur mühsam einige dergleichen Pflänzchen retten kann.

Es ist eine eben so wichtige Bemerkung, daß die Verhältnisse der Stickluft und der Lebensluft in der Atmosphäre nicht so genau abgemessen sind, daß die geringste Veränderung in der Mischung, der Keimung wesentlich schadete. Unsre Versuche haben gezeigt, daß eine große Verschiedenheit dieser Verhältnisse Statt finden kann, ohne daß dieser Proceß der Natur zu viel dabei leidet, und damit kann man sich bey den zufälligen Veränderungen unsrer Atmosphäre beruhigen und gewiß versichert seyn, daß die Gewächse unter allen Umständen erhalten werden, wenn sie sich in einem natürlichen Zustande befinden.

Wenn man die Menge von Saamenkörnern erwägt, die in unsern Himmelsstrichen während sieben oder acht Monaten keimen, und die Zahl der Gewächse, welche in diesem Zeitraume vegetiren und zum Theil das ganze Jahr hindurch perenniren; wenn man die Menge von Pflanzen bedenkt, welche in diesen fruchtbaren Gegenden, wo das Wachsthum nie aufhört, unaufhörlich die Felder bedecken, so muß man über die Quantität Lebens-

bensluft erstaunen, die in jeder Secunde zur Erhaltung des Pflanzenlebens erforderlich ist. Noch mehr muß man aber erstaunen, wenn man die eudiometrischen Versuche an der Luft in allen Jahreszeiten beobachtet, und sieht, wie wenig die Bestellzeit der Felder die Reinheit unsrer Atmosphäre verändert. Zwar werden nicht alle Felder zu einer Zeit bestellt, aber in jedem Lande werden doch große Striche besäet, und dies Geschäft erstreckt sich über einen beträchtlichen Theil des Erdbodens; ja was noch mehr ist, an vielen Orten erfüllen die wachsenden Pflanzen in dieser Jahreszeit die Atmosphäre mit einer weit geringern Quantität Lebensluft, wie ich das in meiner Physiologie der Pflanzen gezeigt habe. Wo ist nun die unerschöpfliche Quelle von Lebensluft, welche die atmosphärische Luft immer gleich rein erhält? Diese interessante Frage verdient gewiß die Aufmerksamkeit der Naturforscher. Ich habe mich zu wenig damit abgegeben, als daß ich sie beantworten könnte, doch sehe ich wohl ein, daß eine beständig gleichförmige Mischung in der atmosphärischen Luft unaufhörlich die Lebensluft un-

terhält; was aber das Wachsthum dazu beiträgt, ist zu unsicher und daher nicht hinreichend, denn es ist bekannt, daß das Wachsthum in den warmen Ländern unterbrochen wird und in unserm Klima ganz aufhört. Ich möchte beinahe glauben, daß die Bewegung der großen Wassermassen viel dazu beitragen, da sie alle, mehr oder weniger, Lebensluft enthalten, welche die Kohlensäure, die diese Gewässer der Atmosphäre zuführen, auflösen kann, ja die vielleicht das Wasser auflößt. Den eudiometrischen Zustand der Luft auf den großen Meeren bringe ich hierbei nicht in Anschlag, diese Untersuchung könnte zwar neue Vermuthung mehr oder weniger bestätigen, aber ihr auch widersprechen; allein die Luft, die man mitten auf unsrer See auffieng, habe ich durch das Salpetergas weit mehr verringert gefunden, als die Luft, die an den Ufern derselben aufgefaßt wurde.

Vier=

Vierter Aufsatz.

Von dem Einfluße der Luft und einiger gasartigen Stoffe auf die Keimung verschiedener Saamenkörner.

Nachdem nun der Einfluß der Lebensluft auf die Keimung der Saamenkörner durch mannigfaltige Versuche erwiesen war, so mußten wir noch untersuchen, ob unsre Folgerungen ohne alle Ausnahme als allgemeine Gesetze gelten könnten, und ob man sie als ganz allgemein aufstellen könne. Wenn man die Naturgeschichte mit der Behutsamkeit studirt, welche denen eigen ist, die in dieser Wissenschaft einige Fortschritte gemacht haben, so merkt man bald, wie nöthig es sey, der Analogie nicht zu trauen, und man ist immer besorgt, sich bey den Hauptfolgerungen zu beruhigen, die aus den auch noch so genau angestellten Beobachtungen fließen. Mit so gegründetem Rechte wir auch, mehr als viele andre, die Sätze aufgestellt haben, die auf

der Menge von Versuchen beruhen, die in den vorhergehenden Aufsätzen erzählt worden sind, so glaubten wir doch, die genau daraus hergeleiteten Folgerungen noch in Anspruch nehmen zu müssen. Wir untersuchten also, ob die Hindernisse, welche die Keimung der Saamenkörner ohne Ausnahme zu stören schienen, die wir bisher zu unsern Versuchen genommen hatten, nicht durch andre Nebenumstände unwirksam gemacht werden könnten.

Diese neue Arbeit hat die öffentliche Mittheilung unsrer bisherigen Unternehmungen lange verzögert, und ob sie gleich vielleicht bis jetzt noch nicht ganz vollendet ist, so schien uns doch der bisherige Erfolg derselben gründlich genug, nun einer öffentlichen Bekanntmachung werth zu seyn.

§. 16.

Von der Keimung der Erbsen unter Wasser.

Alle unsre Versuche hatten uns genöthigt zu glauben, daß das Daseyn der atmosphärischen Luft zur Keimung der Saamenkörner von Erdpflanzen unabänderlich nothwendig sey.

Wir

Wir müssen bekennen, daß wir das lange zuversichtlich geglaubt haben, und uns gar nicht einbildeten, daß hier eine Ausnahme Statt finden könne, weil wir es für ausgemacht hielten, daß die Luftpumpe eines Homberg und andrer Naturforscher, durch ihre Unvollkommenheit die Keimung der Saamenkörner in einem luftleeren Raume veranlaßt habe.

Da wir aber weiter hierüber nachdachten, so fiel uns ein, daß die Saamenkörner einiger Wasserpflanzen unter dem Wasser keimten; daß diese Saamenkörner in aller Rücksicht viel ähnliches mit den Saamenkörnern der Erdpflanzen hätten, und daß es also doch wohl möglich sey, daß einige der letztern der atmosphärischen Luft zum Keimen eben so wenig bedürften. Dies wurde durch einige besondre Beobachtungen noch wahrscheinlicher, zu welchen die Menge von Versuchen Gelegenheit gab, die Huber angestellt hatte, ja es wurde immer wahrscheinlicher, je öftrer wir dieselben Beobachtungen wiederholten. Nun bemühten wir uns, diese Wahrscheinlichkeit zur Gewißheit zu erheben, und fanden

den sehr bald, daß die Erbsen unter dem Wasser keimten, und dann, daß auch die Bohnen, die Linsen, der Spinatsaamen, und das Getraide dieselben Eigenschaften hatten, daß aber eine Menge andrer Saamenkörner in dieser Flüssigkeit nicht keimte *). Es bestätigte sich also zwar, daß die Luft zur Keimung der meisten Saamenkörner unentbehrlich nothwendig sey, aber wir mußten auch zugeben, daß sie nicht gleich unentbehrlich für einige Arten von Saamenkörnern sey. Da nun diese Ausnahme so auffallend und mit der Theorie, die ich in meiner Physiologie der Pflanzen aufgestellt habe, so unvereinbar war, so glaubten wir dieses neue Phenomen genauer untersuchen, zergliedern und mit dem Hauptgesetze verbinden zu müssen.

Indem ich diese Bemerkungen niederschrieb, fand ich, daß Scheele die Keimung der Erbsen unter dem Wasser bemerkt hatte, ohne

*) Lefevre hat in seinen Versuchen über die Keimung gesehn, daß die Rübenkörner unter dem Wasser keimten, wenn es der Luft ausgesetzt war.

ohne aber weiter den Zweck seiner Unternehmungen anzugeben.

Ehe ich nun obiges Phenomen zu beschreiben anfange, muß ich vorher erinnern, daß hier nicht eine vollständige und vollendete Keimung der Saamenkörner unter dem Wasser dargestellt werden soll, die ein Blattfederchen und ein Würzelchen treibt und bemerkbar und fortgesetzt wächst. Wenn man diese Saamenkörner ziemlich tief ins Wasser legt, so keimen sie in unzähligen Fällen, oder vielmehr man sieht bloß das Würzelchen sich der Hülle des Saamenkorns entledigen, und höchstens 9,02. Millimeter d. i. der 1000te Theil eines Meters *) oder 4 Linien verlängern; dann verdirbt es mit dem Saamenkorne zugleich, welches die damit verbundne schnelle und gewaltsame Gährung zerstört, und diese Zerstörung erstreckt sich bis auf das Würzelchen, das mit den Organen verschwindet, die zur Nahrung des Würzelchens und zur Entwicklung der übrigen Pflanze bestimmt sind.

Diese

*) Ein Meter ist ohngefähr 3 Fuß 11¼ Linie. Riem.

Diese Keimung ist in der That nur ein Entwurf der Keimung, der aber bemerkenswerth ist, weil allemal eine Entwicklung und Verlängerung des Würzelchens dabei Statt findet, ja manchmal sogar eine ziemlich deutliche Enthüllung des Blattfederchens. Hieraus scheint zu erhellen, daß die Keimung wirklich angefangen habe; daß ihre ersten Wirkungen d. i. die Entwicklung des Würzelchens evident sind, und daß der Anfang des Lebens dem Keime mitgetheilt worden ist. Hört also das Würzelchen auf, sich zu verlängern; zeigt sich das Blattfederchen nicht; wird die Keimung vernichtet, so liegt die Schuld an einem physischen Hindernisse, das die weitre Entwicklung des Saamenkorns aufhält; ferner an der Zerstörung des Saamenkorns durch die gewaltsame Einwirkung des Wassers, das es durchdringt, und endlich an der Langsamkeit, mit welcher sich die Kohle auflößt und dadurch die Nahrungssäfte alle Augenblicke verdirbt.

Acht Erbsen (pisum sativum) wurden in eine Flasche gelegt, die 244,57. Grammen (grammes) oder acht Unzen Wasser

faß=

faßte, und erreichten sogleich den Grund; sie gaben einige Luftblasen von sich, denen den Tag vor der Keimung noch weit mehrere nachfolgten; sie wurden mehr oder weniger gelb, je nachdem sie aufquollen, und vier Tage darauf hatten sie alle gekeimt, das heißt, die geöfnete Klappe des Närbchens ließ deutlich das hervordringende Würzelchen sehen; dies wuchs einige Tage; das Thermometer stand zwischen 15 und 17°.

Dieser Versuch lehrte, daß die Erbsen unter dem Wasser keimen konnten, ob sie gleich dadurch außer Verbindung mit der Luft gesetzt wurden; da aber das dazu gebrauchte Wasser gemeines Wasser war, welches mehr oder weniger reine oder mit einem Theile atmosphärischer Luft vermischte Lebensluft enthält, so könnte es auch seyn, daß diese Lebensluft die von Hubern beobachtete Keimung befördert hätte.

Um hinter die Wahrheit dieser Vermuthung zu kommen, mußte dieses Wasser sehr lange gekocht, und als es in verschlossenen Gefäßen wieder kalt geworden war, zur Wiederholung dieses Versuchs angewendet werden.

Huber wiederholte also diesen Versuch auf die Art mit gekochtem und mit gemeinem Wasser. Zwey Tage darnach waren die Erbsen in dem gekochten wie in dem gemeinen Wasser aufgeschwollen, doch waren sie im letzteren stärker gequollen, ja man sahe schon das Würzelchen, das seine Hülle durchbrach; doch hatten nach zwey andern Tagen die in das abgekochte Wasser gelegten Erbsen eben so gekeimt.

Aus diesem Versuche wurde es also klar, daß unsre Vermuthung von dem Einflusse der in diesem Wasser enthaltnen Luft nicht ungegründet war, weil die Keimung in dem Wasser, das durch das Abkochen luftleer geworden war, schneller erfolgte. Zwar wurde unsre Vermuthung dadurch einigermaaßen entkräftet, doch aber nicht ganz vernichtet, weil es immer noch möglich war, daß die kleine Quantität Luft, die das Wasser auch noch nach dem Abkochen enthalten konnte, zur Keimung beigetragen habe. Um die Richtigkeit dieser Vermuthung zu beurtheilen, nahmen wir drey kleine egale Flaschen, die einerlei Quantität Wasser enthielten; in die erste legten

ten wir 3, in die andre 16, und in die dritte 24 Erbsen. Die in dem gekochten Wasser zurückgebliebne Quantität Luft mußte unsrer Meinung nach sehr gering seyn, so daß wir glauben konnten, daß wenn sie auch hinreichend war, 8 Erbsen keimen zu lassen, dies doch nicht der Fall an 16, am allerwenigsten an 24 Erbsen seyn könne; allein sie keimten alle auf einerlei Art und zu einer Zeit.

Dieser Versuch minderte zwar die Wahrscheinlichkeit unsrer Vermuthung, doch zerstreuete er nicht alle Zweifel. Es blieb uns also nichts übrig, als die Quantität dieses abgekochten Wassers so zu verringern, daß die Quantität Luft, die noch darinnen enthalten seyn könnte, ganz unbedeutend würde. Huber legte in dieser Absicht 5 Erbsen in Röhren, die 1,14 Grammen, oder 21½ Gran Wasser enthielten. Wenn man nun auch annahm, daß noch gemeine Luft mit diesem Wasser vermischt wäre, so mußte die Quantität derselben unendlich gering und also die Quantität Lebensluft noch weit geringer seyn, selbst in dem Falle, wenn in diesem gekoch-

ten Wasser dieselbe Quantität Luft enthalten wäre, die man in dem gemeinen Wasser findet; ja man kann behaupten, daß in dieser gegebnen Quantität Wasser nicht so viel Luft enthalten seyn konnte, als unter Recipienten der bessern Luftpumpen darinnen zurückbleibt, wenn sie von mittelmäßiger Größe sind, und doch keimten diese 5 Erbsen in dieser kleinen Masse mit Goldschlägerhäutchen verwahrten Wasser wie die andern.

Unsre Versuche waren hiermit noch nicht beendigt, wir glaubten nämlich, daß frisch distillirtes Wasser die möglichstgeringste Quantität Luft enthielte, und wollten unsre Erbsen noch dieser Probe unterwerfen. Huber distillirte also Wasser in einer vollen Flasche; sobald es kalt geworden war, theilte er es in zwey Portionen; die eine füllte er in eine Flasche, so daß sie ganz voll wurde, legte 4 Erbsen hinein und verwahrte sie mit einem Stöpsel, den er an Schmirgel abgerieben hatte; die andre Portion goß er in eine andre Flasche, so daß sie nur bis zur Hälfte davon angefüllt wurde, und verwahrte sie wie die erste. Diese Flasche enthielt also eine gleiche

Masse Luft und Wasser. Um den Unterschied leichter zu bemerken, machten wir diesen Versuch zu gleicher Zeit und auf dieselbe Art mit lange gekochtem Wasser. Drey Tage darnach hatten die Erbsen in dem distillirten Wasser gekeimt, und in dem gekochten Wasser wollten die Würzelchen eben zum Vorschein kommen; sie entwickelten sich wirklich 8 bis 10 Stunden später, als an den vorigen Erbsen. Nach 2 Tagen war das Würzelchen an den Erbsen im distillirten Wasser gewachsen, aber die Erbsen im abgekochten Wasser fiengen an sich aufzulösen, da hingegen an den Erbsen im distillirten Wasser noch den Tag darauf keine Spur von Auflösung sichtbar war. Die Verbindung der Luft mit dem Wasser änderte in den folgenden Versuchen, die mit abgekochten und distillirten Wasser gemacht und womit die Flaschen angefüllt wurden, nichts.

Hieraus erhellet also, daß die Erbsen unter dem Wasser keimen und zwar eher in distillirten als in abgekochten Wasser.

Bey dieser Gelegenheit fanden wir ein neues Problem aufzulösen. War nämlich die

schnelle

schnelle Auflösung der Erbsen im abgekochten Wasser, die wahrscheinlich eine Folge der verzögerten Keimung war, etwas Zufälliges oder war sie eine Wirkung des Kochens? Huber schöpfte, um diese Aufgabe zu lösen, Regenwasser, welches gewöhnlich ziemlich rein ist; um vor der Einwirkung fremder Körper sicher zu seyn, ließ er einen Theil desselben kochen und legte Erbsen hinein, so wie auch in die Portion Wasser, das nicht abgekocht worden war. Nach 24 Stunden lößten sich die Erbsen in dem gekochten Wasser auf, ohne darinnen zu keimen, aber in dem ungekochten Wasser keimten sie vortrefflich. Sollte wohl das Feuer diesem Wasser einige Eigenschaften mitgetheilt haben, die es vor dem Abkochen nicht gehabt hätte? Der in dem unabgekochten Wasser enthaltenen Luft kann ich sie nicht zuschreiben, weil hier bey dem Regenwasser dasselbe Statt findet, wie bey dem Versuche mit gemeinem Wasser; höchstens könnte man glauben, daß die Luft mit dem Regenwasser nicht so fest verknüpft sey, weil sie nicht so lange mit demselben in Verbindung gestanden hat; allein die Versuche, die

wir an den Erbsen gemacht haben, die in einer sehr kleinen Quantität Wasser keimten, wie so eben erzählt worden ist, scheinen diese Vermuthung nicht zu erlauben. Wenn es ausgemacht wäre, daß sich das Wasser durch die Keimung auflößte, so könnte man annehmen, daß das abgekochte Wasser sich leichter auflößte, als das unabgekochte, und sich daraus erklären, wie eine schnellere Auflösung des Wassers, die eine weit beträchtlichere Quantität Lebensluft erzeugt, die Gährung und die Zerstörung des Saamenkorns so schnell befördern kann, daß das Pflänzchen vernichtet wird, ehe es noch seiner Hülle entschlüpfen konnte. Dieses Problem bleibt also noch aufzulösen, und es scheint mir anziehend genug, um die Aufmerksamkeit der Naturforscher zu spannen.

Im Verfolg dieser Untersuchungen fiel uns ein, daß man die Frage aufwerfen könne, ob es für die Keimung der in Wasser gelegten Erbsen gleichgültig wäre, ob diese Erbsen mit einer größern oder geringern Quantität Wasser bedeckt sind. Huber legte also Erbsen in verschiedne Flaschen, wo sie

von

von 1,35. Decimeter (der 10te Theil eines Meters (décimètres) oder 5 Zoll hoch bis 1,13. Tausendtheil (millimétres) oder ½ Linie Wasser bedeckt waren; zu gleicher Zeit legten wir auch welche in eine Atmosphäre von atmosphärischer mit Wasser geschwängerter Luft; sie keimten alle in einem Zeitpuncte, zum Beweis, daß die Verbindung der äusseren Luft mit dem Wasser an der Keimung der in Wasser gelegten Körner nichts änderte; allein nach 6 Tagen merkte man einen auffallenden Unterschied an den Würzelchen der in Wasser gelegten Erbsen; die Würzelchen der Erbsen nämlich, die mit 1,35. Decimetern bedeckt waren, hatten nur einen Umfang von 9,02. Millimetern oder 4 Linien; die Würzelchen der andern Erbsen hingegen, die mit 1,13. Millimetern Wasser bedeckt waren, hatten einen Umfang von 2,48. Hunderttheilen, oder 11 Linien; die Würzelchen der noch übrigen Erbsen standen nach der Quantität Wasser, das sie bedeckte, in einem ziemlich richtigen Verhältniß mit obigen beiden Extremen.

Diese

Diese Resultate schienen mir mit allen unsern bisherigen Beobachtungen und mit dem allmähligen Gange, den die Natur bei der Keimung nimmt, und der sich bey seinen Fortschritten genau nach der Hinfälligkeit des Pflänzchens richtet, das die Keimung entwickelt, übereinstimmend; der Anfang der Keimung ist schwach wie die Organe, welche die Keimung aus einer Art von Todtenschlaf oder Erstarrung (torpeur) zieht, in welcher sie sich befinden; aber sie äußert sich kraftvoller, je nachdem diese Organe stärker werden; die ersten Augenblicke der Keimung bedürfen nur einer sehr geringen Auflösung von Kohle, die sich vermehren muß, und die sich auch wirklich verhältnißmäßig mit den Fortschritten des Wachsthums vermehrt, wie man das an den Saamenkörnern bemerkt, die in der Luft unter verschloßnen Gefäßen durch Erzeugung der Kohlensäure keimen; dabei wird nun das Daseyn der Lebensluft immer nothwendiger, um die Absonderung der Kohle von den Saamenkörnern zu erleichtern, und dadurch die Gährung zu befördern. Aus diesen letztern Versuchen sieht man, daß sich das Wasser

mit

mit der Lebensluft der Luft schwängert, daß aber die Lebensluft nur in die Oberfläche des Wassers dringt. Ich habe ohne Ausnahme beobachtet, daß die atmosphärische Luft und die Lebensluft, die auf dem Wasser in sehr dichten Gefäßen enthalten ist, einen Theil ihrer Reinheit durch die Verminderung ihrer Masse verliert, weil das Wasser einen Theil der Lebensluft aufnahm, mit der es in Verbindung stand, und dadurch das Verhältniß dieses Gases mit der ihm beigemischten Stickluft aufhebt. Dieser Versuch wird noch auffallender und geht schneller von statten, wenn man distillirtes oder stark gekochtes Wasser darzu nimmt.

Alle diese Versuche wurden auf dieselbe Art mit einigen verschiednen Saamenkörnern angestellt; aber Huber fand, daß nur der Saame von Bohnen, Linsen, Spinat, Salat und Getraide unter dem Wasser keimte. Es giebt wahrscheinlich noch weit mehr dergleichen Arten, die unter dem Wasser keimen, allein diese Untersuchung gehörte für jetzt nicht hiehe; doch muß man bemerken, daß alle diese Saamenkörner nicht so leicht unter dem

Wasser keimen, wie die Erbsen; nur die Bohnen und der Spinatsaamen haben unter allen Saamenarten, die ich hier angegeben habe, wie die Erbsen gekeimt, da hingegen nur die wenigsten der übrigen bloß ihre Würzelchen getrieben haben. Doch keimten einige dieser Saamenkörner, die unter dem Wasser nicht gekeimt hatten, hernach in der Luft, wenn sie derselben in gehörig angefeuchteter Erde ausgesetzt wurden.

Um diese Versuche vollständig zu machen, mußten wir beobachten, welche Wirkung das mit Lebensluft geschwängerte Wasser auf die Saamenkörner äußert, welche im gemeinen, natürlichen, gekochten und distillirten Wasser keimten. In dieser Absicht nahm Huber 3 Flaschen; die erste füllte er ganz voll mit lebensluftschwangerm Wasser, dessen vierter Theil ohngefähr aus Lebensluft bestand; die zweite Flasche wurde bis zum dritten Theile, und die dritte ganz mit gemeinem Wasser angefüllt. Huber legte in jede einige von den Saamenkörnern, die ich schon erwähnt habe. Die ersten Aeußerungen der Keimung waren sich bei-

beinahe gleich, doch hatten in der ersten Flasche weit mehr Salatsaamenkörner gekeimt, als in der andern, und in der dritten gar keins. Die Erbsen fiengen in den beiden ersten Flaschen an zu keimen, aber in der dritten hatte auch nicht eine einzige gekeimt. Den folgenden Tag hatten in dem lebensluftschwangern Wasser einige Korn- und Haferkörner gekeimt, aber die Erbsen keimten bloß im gemeinen Wasser. Der Lebensluft, die mit diesem Wasser vermischt war, muß man also wahrscheinlich die verschiednen Erscheinungen an den Saamenkörnern zuschreiben, die in lebensluftschwangres und in gemeines Wasser gelegt wurden.

Die Erbsen keimen nicht in Wasser, in welchem viel Kohlensäure enthalten ist; wie z. B. in dem von Nicolas Paul zubereiteten, das vier oder fünf Theile Kohlensäure zu enthalten schien. Die Erbsen bleiben darin in ihrem natürlichen Zustande; weder an ihrer Farbe noch an ihrem Umfange ist eine merkliche Veränderung sichtbar. Es ist merkwürdig, daß die Erbsen in diesem Wasser sehr wenig aufschwellen, wenn sie gleich sehr

lange

lange darin liegen bleiben; so habe ich sie 24 Tage in diesem mit Kohlensäure angefüllten Wasser liegen, und dann in gemeiner Luft oder in feuchter Erde keimen sehen. Doch keimen auch die Erbsen in diesem von kohlensaurem Gase durchsäuerten Wasser, wenn es davon nur 2 oder einen Theil ihres Volumens enthält.

Kann man nach dem natürlichen Zustande, in welchem sich die Erbsen in diesem Wasser erhalten, und überhaupt nach dem geringen Grade zu schließen, in welchem sie aufschwellen, nicht vermuthen, daß das Wasser nicht in das Innere der Erbsen dringe, daß es ihre äußeren Theile, die es berührt, stark zusammenziehe, und daß die Erbsen sich in diesem Wasser so befinden, als wenn sie mitten in trocknem Sande lägen? Dies schien mir um so wahrscheinlicher, da diese Erbsen auch nicht eine Spur von Gährung zeigten und ihr Pflänzchen, dies zarte Wesen, nicht zerstört wurde. Aber woher diese Wirkung? Ich will lieber meine Unwissenheit bekennen, als es versuchen, meiner eben mitgetheilten Ver-

Vermuthung mehr Wahrscheinlichkeit zu geben.

Dieses Experiment leitete uns ganz natürlich zu der Untersuchung, ob die Saamenkörner in Wasser keimen würden, das von mineralischen Säuren und von Weinessig durchsäuert ist. Daß das auf diese Art durchsäuerte Wasser der Keimung nachtheilig sey, hatten wir schon erfahren, bey unsern damaligen Versuchen aber die Gränzen dieser Wirksamkeit nicht untersucht, daher glaubten wir, diese Versuche von neuem wieder anfangen und ein genaueres Verfahren dabey beobachten zu müssen. Huber wählte 4 egale Flaschen; in die erste füllte er 3,44. Grammen oder 65 Gran distillirtes Wasser nebst einem Tropfen Salpetersäure, so wie er von einem Strohhalm fällt; Hierin legte er 4 Erbsen und einige Getraidekörner. In die andre Flasche füllte er 6,89. Grammen oder 130 Gran Wasser mit derselben Quantität Säure und mit denselben Saamenkörnern. In die dritte füllte er 10,34. Grammen oder 195 Gran Wasser mit den nämlichen Saamenkörnern und mit derselben Quantität Säure.

In die vierte endlich füllte er 13,79. Grammen oder 260 Gran Wasser mit derselben Quantität Säure und mit den nämlichen Saamenkörnern. Nach 3 Tagen hatte in den 3 ersten Flaschen nicht ein einziges Saamenkorn gekeimt, ob sie gleich nach 24 Stunden in einer Flasche, die wie die erste 3,44 Grammen distillirtes Wasser enthielt, alle gekeimt hatten. Ein einziges Getraidekorn schien in der vierten Flasche gekeimt zu haben, nebst einigen Salatsaamenkörnern, an welchen die Keimung ganz sichtbar war. Die Erbsen waren zwar aufgequollen, ihre Würzelchen aber nicht durchgebrochen.

Hieraus erhellet also, daß schon eine sehr geringe Säure des Wassers die Keimung der Erbsen hindert, die Keimung der Salatsaamenkörner verzögert, und die Keimung der übrigen Saamenkörner, das Getraidesaamenkorn vielleicht ausgenommen, unterdrückt.

Diese Versuche stimmen mit den vorhergehenden überein, die wir mit stark von kohlensaurem Gase geschwängertem Wasser gemacht haben. Es scheint auch, als wenn diese Säuren der zur Keimung nöthigen Gährung wider-

widerstünden, und die Pflänzchen zerstörten, die wahrscheinlich mehr oder weniger zart sind. So unterdrückt auch das mit kohlensaurem Gase angefüllte Wasser die Keimung, indem es der Gährung widersteht. Da aber diese Sänre zu mild ist, als daß sie dem Keimen schaden könnte, indem sie weit stärker auf die dünnen Häutchen des Saamenkorns wirkt, um sie für den Einfluß des Wassers empfänglicher zu machen, so keimen die Saamenkörner, die in ihr gelegen haben, noch in der Luft, oder in einer feuchten Erde: dahingegen die Saamenkörner aus dem Wasser, das mit mineralischen Säuren in dem Grade durchgesäuert ist, wie wir es zu den vorhergehenden Versuchen gebraucht haben, unwiederbringlich vernichtet und zerstört sind.

Die Schwefel- und die Kochsalzsäuren (acide sulfurique et muriatique) haben denselben zerstörbaren Einfluß auf die Erbsen und auf die Salatsaamenkörner, die man in Wasser legt, in welchem diese Säuren in eben den Verhältnißen enthalten sind, wie die Salpetersäure in den vorhergehenden Versuchen.

Die

Die Weinsteinartigen Säuren, (tartareux) besonders die Weinessigsäure haben mit jenen analog, doch verhältnißmäßig nach dem Grade ihrer Säure gewirkt.

Lefevre hat es aber doch dahin gebracht, diese Säuren in einer solchen Quantität Wasser zu verdünnen, daß die Saamenkörner darinnen gekeimt haben. Das läßt sich leicht begreifen, und wir können gewiß versichern, hätten wir die Quantität des in der vierten Flasche enthaltnen Wassers vervierfacht, wo Keimung schon anfieng vor sich zu gehen, wir würden alle hineingelegten Saamenkörner haben keimen sehen.

Die Humboldtschen Versuche zeigen wirklich, daß die übersaure Kochsalzsäure (l'acide muriatique oxygéné) wenn sie mit einer gewissen Quantität Wasser vermischt wird, die Keimung der Saamenkörner befördert, die ihrer Einwirkung ausgesetzt werden; daß sie die Keimung beschleunigt; daß sie selbst exotische Saamenkörner zum Keimen brachte, die in den Wiener Gewächshäusern nicht keimen wollten. Doch ist auch bekannt, daß ihre Wirkung sich gewöhnlich nur bis

auf eine simple Keimung erstreckt, und daß die gekeimten Pflänzchen bald darauf in ihr eingehen. Vielleicht vereinigt sich die Lebensluft, indem sie sich dann reichlich absondert, wenn sie mit einer geringern Quantität Wärmestoff (de calorique) verbunden ist, leichter und schneller mit der Kohle des Saamenkorns; beschleunigt dadurch die Gährung an den Bestandtheilen des Saamenkorns und befördert also die Keimung, ohne ihr ihre Nahrung zu entziehen, welche die Säure durch ihre fäulnißwiderstehende Kraft bewahrt. Eben so: sobald die Lebensluft verflogen ist, so fährt die Säure fort auf das Saamenkorn zu wirken, so wie sie in unsern letzteren Versuchen wirkt, und zerstört es gänzlich. Man könnte folglich glauben, daß diese Säure überhaupt die schnelle Keimung der Saamenkörner befördern werde, die am geschwindesten keimen, wie z. B. die Keimung der Kreßkörner.

Endlich bestätigen die obigen Versuche an der Keimung der in gekochtes und distillirtes Wasser, und zwar in sehr geringe Quantitäten dieses Wassers, gelegten Erbsen, daß sie in

in einem luftleeren Raume keimen, wie ich das in meinen Versuchen bewiesen habe, womit man T. III. meiner Physiologie der Pflanzen vergleichen kann, obgleich der luftleere Raum bis auf 3 oder 4 Linien eines guten, ganz luftleeren Instrumentes war getrieben worden. Es ist zwar wahr, daß $\frac{1}{3}$ dieses Restes zurückbleiben muß, das in der That atmosphärische Luft ist; allein es war in einem ziemlich großen Recipienten verbreitet, den ich dazu zu brauchen genöthigt war, und konnte also nur auf eine unmerkliche Art auf die Saamenkörner wirken; dessenungeachtet bleibt es doch immer dabey: es war Luft darin geblieben, und so klein auch die Quantität derselben gewesen seyn mag, so macht sie doch die Sache zweifelhaft.

Alle obige Versuche sind in Gefäßen gemacht worden, in welche kein frisches Wasser zugefüllt werden konnte, und wo es durch seinen Einfluß auf die auflösbaren Theile der Saamenkörner leicht verderben konnte; es war nöthig zu beobachten, was sich mit den Erbsen, mit den Bohnen, mit den Linsen ereignen würde, die in fließendes Wasser gelegt wer-

werden. Zu diesem Versuche nahm Huber Röhren, die an beiden Seiten offen waren; da legte er diese Saamenkorner hinein, und verwahrte sie mit Gittern, die zwar das Wasser, aber nicht die Saamenkörner durchließen; diese Röhren legte er nun auf den Grund eines Baches, und band sie mit Bindfaden an, den er an einem benachbarten Strauche befestigte. Nach 10 Tagen hatten die gekeimten Saamenkörner Wurzeln von 8 Centmetern getrieben; sie hatten sich an die Gitter gelehnt, weil die Röhren verwahrt waren; die Stengel waren beinahe eben so lang, und hatten 5 bis 6 grüne Blätter. Die Schminkebohnen hatten gar nicht gekeimt und waren verdorben.

Man sieht hier deutlich, daß die gekeimten Saamenkörner sich nicht auf ein kleines Würzelchen eingeschränkt, sondern die Entwicklung des Stengels vollendet haben. Allein die Lage dieser Saamenkörner war auch von jener verschieden: das Wasser war immer rein und unverdorben, anstatt das in den Gefäßen das Wasser immer dasselbe blieb; das nahm nun aufgelößte Theile auf, wurde dadurch

dichter, und konnte also die feinen Gefäße der Saamenkörner nicht so leicht durchdringen; da die aufgelößten Theilchen faulichter Natur sind, so werden sie auch dem Wasser die faulichten Stoffe mitgetheilt haben, und die Erfahrung lehrt, daß faulichte Körper der Keimung schaden. Gewiß wurde dabei viel Kohlensäure erzeugt und im Wasser aufgelößt, und dies hinderte ebenfalls die Entwicklung der Saamenkörner. Das Wasser in diesem letztern Versüche hingegen wurde immer erneuert, und konnte ununterbrochen neue Stoffe der Lebensluft zuführen, welche die Keimung sichtbar befördern; eben so führte es auch eine kleine Quantität Kohlensäure zu, die, wenn sie hinlänglich vertheilt ist, eben so vortheilhaft auf die Keimung wirkt. So haben also diese Saamenkörner in dieser ungewöhnlichen Lage dessenungeachtet alle die kleinen Bequemlichkeiten gehabt, die sie haben konnten, ohne durch eine fehlerhafte Verfassung des Wassers, oder durch überflüssige Kohlensäure verdorben zu werden. Daher konnten sie sich auch leichter entwickeln als jene in dem engen Gefängnisse bey den vorhergehenden Versuchen.

Und

Und doch haben die Schminkebohnen unter diesen Umständen nicht gekeimt, die doch für die andern Saamenkörner so vortheilhaft waren. Man sieht hieraus den großen Unterschied, der selbst zwischen den Saamenkörnern Statt findet, die in unsern botanischen Systemen einander nahe verwandt sind. Ich habe mich überzeugt, daß die Schminkebohnen deswegen im Wasser so unfruchtbar sind, weil sie sehr leicht in Gährung gehen. Ich habe bey meinen unzähligen Versuchen mit den Saamenkörnern dieser Pflanze allemal bemerkt, daß man ihnen das Wasser während der Keimung sparsam zutheilen mußte, weil sie allemal faulten, wenn sie zu sehr angefeuchtet wurden.

Huber hat beobachtet, daß die unter dem Wasser keimenden Erbsen noch einmal so schwer sind, als sie vorher waren, ehe sie in das Wasser gelegt wurden.

§. 17.

Gase durch Erbsen erzeugt, die unter Wasser gelegt wurden.

Bey obigen Versuchen bemerkten wir, daß die unter das Wasser gelegten Erbsen eini-

einige Blasen fahren ließen, und es war in mancher Rücksicht wichtig, ihre Beschaffenheit kennen zu lernen. In dieser Absicht legte Huber 122,28. Grammen oder 4 Unzen Erbsen in 1,46. Kilogrammen, d. i. tausend Grammen (kilogrammes) oder 48 Unzen von gut abgekochtem Wasser, womit eine Distillirkolbe ganz vollgefüllt, und seine Oefnung mit Wasser aus der Dachtraufe verschlossen wurde, in welches er lag. Den Tag drauf goß er den Distillirkolben aus, und füllte ihn aufs neue mit eben solchen Wasser an, um die Luft abzuführen, die sich etwa an die Erbsen hätte können angelegt oder in ihren Vertiefungen verborgen haben; hierauf wurde der Distillirkolbe wieder auf seine Oefnung gestellt und sich selbst überlassen. Den folgenden Tag war keine Luft darinnen sichtbar, aber bald kam welche zum Vorschein, die sich in der Folge beträchtlich vermehrte. Nach 6 Tagen war der Distillirkolben wasserleer, und enthielt also, die Luft, die das Wasser aufgelößt hatte, abgerechnet, wenigstens eben so viel Luft, als er vorher Wasser enthalten hatte. Als man dieses Gas in Kalk-

wasser

wasser wusch, so fand man 2,44. Grammen, oder 46 Gran präcipitirten Kalk, woraus man die Natur des verflogenen Gases unbezweifelt klar erkennen konnte; es konnte nämlich nichts anders als kohlensaures Gas seyn, dies lehrte der präcipitirte Kalk deutlich; ja man konnte sogar die Quantität dieses Gases beurtheilen, weil man weiß, wieviel sich von diesem Gase in Kalk verwandelt, welch ohngefähr 0,30. oder 0,40. beträgt.

Nach vollendeter Wäsche und der damit verbundenen Absonderung des kohlensauren Gases blieb eine Masse von Gas übrig, die einer Masse Wasser von 366,86. Grammen oder 11 Unzen gleich war, welche das Kalkwasser nicht mehr trübte. Wir untersuchten die darinn enthaltne Lebensluft durch Schwefel, und fanden sie gar nicht vermindert, wir konnten also nur Wasserstoffgas und Stickluft darinnen vermuthen. Als daher Huber einen Theil dieses Gases mit 4 Theilen atmosphärischer Luft in dem Voltaischen Eudiometer vermischte, entzündete es der electrische Funke, und da er es hernach in der freyen Luft brennen ließ, bildete es an seinen Rändern eine bläu=

bläulichte Farbe, zum Beweiß, daß das Wasserstoffgas mit einer gewissen Quantität Kohle vermischt war. Als wir diesen Versuch an diesem Wasserstoffgas und an der Lebensluft, die wir sorgfältig in Kalkwasser gewaschen hatten, wiederholten, und dieses Gas auf dem Kalkwasser in dem Voltaischen Eudiometer anzündeten, so erzeugte sich, wie ich schon erinnert habe, kohlensaures Gas, weil präcipitirter Kalk zurückblieb.

Huber, der keine Mühe scheut, wenn es darauf ankommt, die Wahrheit seiner gemachten Versuche bestätigt zu sehen, wiederholte diese Versuche verschiedenemale mit immer übereinstimmenden Resultaten. Diese Wiederholungen veranlaßten aber auch zugleich einige Beobachtungen, die wir beym erstenmale übersehen hatten.

Wir bemerkten deutlich, daß das erste durch die in Wasser gelegten Erbsen erzeugte Gas kein, oder doch beinahe kein Wasserstoffgas, sondern nur ganz reines kohlensaures Gas enthält, daß aber Wasserstoffgas zum Vorschein kommt, sobald sich das Saamenkorn auflößt, und daß die Quantität desselben in

dem Grade wächst, in welchem die Auflösung des Saamenkorns zunimmt. De Saussure hat durch seine Versuche erwiesen, daß sich auf die Art die ganze Masse der Erbsen, ihre dünnen Häutchen ausgenommen, in Kohlensauregas und in Wasserstoffgas verwandelt.

Huber legte Salatsaamenkörner, die keimen sollten, in eine Atmosphäre dieses Gases, ehe es gewaschen war, allein es erfolgte keine Keimung. Er wiederholte diesen Versuch mit Gas, das er in Kalkwasser gewaschen hatte, und die Saamenkörner keimten darinnen nach 3 Tagen. Unsre vorherigen Versuche hatten uns gelehrt, daß das Kohlensauregas die Keimung hindre, wenn es mit andern Gasen in einer gewissen Quantität vermischt war.

Die Saamenkörner veranlaßten während des Keimens eine merkliche Verringerung an der Masse des Wasserstoffgases; allein ich will mich bey dieser Untersuchung jetzt nicht aufhalten, die nun beinahe vollendet ist, und die ich bald mittheilen werde.

Ich habe durch die Luftpumpe erfahren, daß die Luft, welche durch die in distillirtes Wasser gelegten Erbsen in 2 Tagen erzeugt wurde, von verschiednem Gehalt war; nach Verfluß einer längern Zeit war sie abwechseln schlechter als die gemeine Luft und im letztern alle oft ganz verdorben. Ich habe gefunden, daß sie den fünften bis sechsten Theil der Lebensluft enthielt, die ein Bestandtheil der gemeinen Luft ist, und ein andermal konnte ich auch nicht eine Spur davon darinnen entdecken; da war es beinahe reine Stickluft.

Fünfter Aufsatz.

Von dem Einfluße der Luft und einiger gasartigen Stoffe auf die Keimung verschiedner Saamenkörner.

§. 18.

Von der Keimung der Saamenkörner im Wasserstoffgase.

Die entdeckte Keimung einiger Saamenkörner unter distillirten und gekochten Wasser, ja

ja selbst in einem luftleeren Raume ist ein Beweiß, daß der Einfluß der äußerlichen Luft zu dieser Wirkung der Natur nicht allemal unabänderlich nothwendig sey. Da wir aber vermuthen konnten, daß eine sehr kleine Quantität Luft in dem Wasser, ja selbst in dem durch die Luftpumpe erzeugten Raume enthalten sey, so war es nöthig diese Untersuchungen weiter zu treiben, und noch genauer zu beobachten, was wir nicht beobachtet haben konnten, ob nämlich diese Saamenkörner, die sowohl im Wasser als in dem luftleeren Raume gekeimt hatten, auch mitten in den Gasen keimen würden, wo so viel Saamenkörner nicht hatten keimen wollen, wie man das im zweiten Aufsatze sehen kann.

Ich muß hier voraus erinnern, daß diese Versuche, die viel Sorgfalt und Aufmerksamkeit fordern, und die auch den wachsamsten Beobachter hintergehen können, mit grosser Genauigkeit und Vorsicht und mit einer seltnen Geduld sind gemacht worden. Ich darf das sagen, weil ich sie nicht alle selbst angestellt habe, und doch die geringsten Eigenheiten

heiten eines jeden genau kenne. Auch muß ich hier wiederholen, was ich schon in meiner Physiologie der Pflanzen erwähnt habe, daß wenn ich einige Versuche von Hubern nachgemacht hatte, seine Resultate mit meinen allemal vollkommen übereinstimmend waren. Ich sage das nicht in der Absicht, als ob es nöthig wäre, die bekannte Geduld, die bedachtsame Genauigkeit und die ungemeine Geschicklichkeit, die Huber in der Kunst, Beobachtungen anzustellen und Versuche zu machen, besitzt, in ein helleres Licht zu setzen, sondern blos um zu zeigen, worauf sich meine Ueberzeugung gründet, wenn ich die Erfahrungssätze aufstelle, die aus seinen Versuchen herfließen, und die Folgerungen, die man daraus ableiten kann.

Noch muß ich bemerken ehe ich weiter gehe, daß das Wasserstoffgas, das wir zu den Versuchen gebraucht haben, die ich so gleich erzählen will, durch Schwefelsäure aus Zink gezogen worden ist. Oft ist es in Kalkwasser gewaschen worden ehe wir es brauchten; einigemal auch lange alkalischen Schwefeln ausgesetzt worden, um die Atome der

Lebensluft abzuleiten, welche bey der Erzeugung oder bey dem Waschen hätten hineingekommen seyn können. Dies Mittel war vorzüglicher als alle andre, um gewiß zu seyn, daß keine Lebensluft darinnen enthalten ist; denn man findet manchmal in der Mischung dieses Wasserstoffgases mit dem Salpetergas eine $\frac{2}{100}$ Verminderung, wenn auch ersteres keine Lebensluft enthält; allein diese Verminderung erfolgte gewöhnlich durch die Absenderung der mit dem Wasserstoffgas vermischten Kohlensäure. Wenn wir also an dem Wasserstoffgas, in Verbindnng mit Schwefel, nach 24 Stunden keine Verminderung merkten, so schlossen wir allemal, daß das Wasserstoffgas und die Stickluft rein von Lebensluft sey.

Huber legte auf eine doppelte Art verschiedene Saamenkörner in eine Atmosphäre von Wasserstoffgas. Es ist allemal vortheilhaft, einen und denselben Versuch zu verändern, wenn es möglich ist; diese Veränderung ist fast immer lehrreich. Huber hieng die Saamenkörner so in dem Wasserstoffgase auf, daß sie das Wasser nicht berührten, und nur

durch

durch einen Faden, der ihnen Feuchtigkeit zuführte, mit demselben in Verbindung standen; die andern legte er in verschiedner Tiefe in das Wasser, das den Recipienten verschloß. Den vierten Tag hatten die im Wasserstoffgas aufgehängten Erbsen eben so gekeimt, wie die in das Wasser gelegten, aber die Würzelchen der erstern waren noch einmal so groß als die der letzteren. Hier schien es also, als ob das Wasser die Gährung und Auflösung des Saamenkorns aufhalte, und dadurch sein Wachsthum verzögere. Die andern Saamenkörner wollten nicht keimen und wurden schwarz; das war aber auch die einzige auffallende Veränderung, die man an ihrem Aeußeren wahrnehmen konnte.

Dieser Versuch war so ausgezeichnet, daß er es werth war fortgesetzt zu werden, und so wichtig, daß er die strengste Vorsicht verdiente. Ob Huber gleich durch die im Anfange dieses Aufsatzes angegebne Methode überzeugt war, daß das Wasserstoffgas ganz rein von Lebensluft sey, so wars doch möglich, daß atmosphärische Luft unter den Recipienten

durch das Wasser, das ihn verschloß, drang, und zu einer falschen Folgerung verleitete. Einige Tage nachher wiederholte er diesen Versuch, und legte in 4 Flaschen Glastafeln, in eine Atmosphäre von Gas, in welche er Erbsen, Salatkörner, Linsen und Getraidekörner brachte; hierauf füllte er die Flaschen voll Wasser und ließ Wasserstoffgas hinein, doch so, daß noch eine kleine Quantität Wasser darinnen blieb, in das er einen Faden herabhängte, der mit dem Gases in Verbindung stand, um die zur Keimung nöthige Feuchtigkeit zu unterhalten, und nun stöpselte er die Flaschen zu. Nach 3 Tagen waren alle Erbsen gekeimt, allein die andern Saamenkörner keimten nicht.

Dieser Versuch wurde auf tausendfache Art wiederholt und lieferte immer dieselben Resultate; allemal keimten die Erbsen, und die Salatsaamenkörner, die sonst in 22 Stunden keimen, blieben 7 Tage lang unverändert. Dessenungeachtet keimten sie hernach, wenn sie unter dem vollen Einfluß der Luft in die Erde gesäet wurden, zur gewöhnlichen Zeit; allein das Korn, die Gerste und der

Ha-

Hafer, die eben so lange im Wasserstoffgas gelegen hatten, keimten hernach nicht wie die Saamenkörner.

Wenn man Erbsen in das Wasserstoffgas legte, in welchem schon andre Erbsen gekeimt hatten, so keimten die auch noch darinnen; ja sie keimten noch, wenn schon achtmal einige darinnen gekeimt hatten. Besonders war es und ein Beweis, wie rein das Wasserstoffgas von Lebensluft war, daß sie das neuntemal nicht keimen wollten. Es war möglich, daß nun ein unüberwindliches Hinderniß der Keimung eintrat, dies glaubten wir auch anfänglich, und wurden bei dieser Gelegenheit auf eine neue Untersuchung geführt; die Erbsen nämlich, die wir wieder hineinlegten, keimten aufs neue. Woher nun diese Abweichung? Huber hatte bey einigen Keimungen bemerkt, daß sich die Masse des Wasserstoffgases vermehrt hatte, und er dachte sich die Sache nun so: Diese Vermehrung rühre von dem Zusatz von Kohlensäure her, die das Wasser nicht auflösen konnte, das die Oeffnung des Recipienten verschloß; das Wasser habe aber diese auflösende Kraft nach einiger Zeit wie-

K der

der erhalten, weil es das kohlensaure Gas in die Luft abgesetzt hatte, das vorher in dem Wasser aufgelößt worden war, und dadurch habe das Gas seine vorige Wirksamkeit durch eine neue Auflösung erhalten. Wäre diese Erklärung richtig, so mußte die Keimung grade wie zuerst erfolgen, wenn man von dem Wasserstoffgas die Kohlensäure sonderte, welche ihm die Saamenkörner beygebracht hatten. Huber wusch also das Wasserstoffgas, und die Erbsen keimten ununterbrochen darinnen, wie zuvor, und würden auf diese Art so lange darinnen gekeimt haben, als noch ein Rest Wasserstoff vorhanden gewesen wäre, weil sich die Masse desselben bey diesem Versuche merklich verminderte. Wir haben beobachtet, daß 12 Erbsen in einer gegebnen Masse von Wasserstoffgas eine Masse kohlensaures Gas erzeugt hatten, die einer Masse von 1,834 tausend Grammen (kilogramme) oder 60 Unzen Wasser gleich war.

Ich war genöthigt, mir zu einigen besondern Versuchen Wasserstoffgas durch Feuer mit feuchter Kohle zu verschaffen; dieses Gas ent-

enthielt ohngefähr $\frac{1}{10}$ Kohlensäure, und mit diesem Wasserstoffgas, dessen sich Huber noch nicht bedient hatte, wollte ich nun einige seiner Experimente wiederholen. Ich nahm also einen Recipienten, der ohngefähr 244,57 Grammen, oder 8 Unzen Wasser enthielt; in diesen Recipienten setzte ich ein kleines Gefäß von Glas, dies füllte ich mit einem Schwamm aus, der von so viel Wasser durchdrungen war, als er nur fassen konnte, um die in ihm enthaltene Luft zu verdrängen; auf diesen Schwamm legte ich 2 Erbsen so, daß die eine mit $\frac{2}{3}$ ihres Umfangs von dem nassen Schwamme bedeckt, die andre aber auf eine ihrer hohen Seiten gelegt wurde, und den Schwamm nur mit dem Theile berührte, mit welchem sie auflag. Nach 3 Tagen fieng das Würzelchen der ersten Erbse an, sich seiner Hülle zu entledigen, 6 Tage darauf war es völlig heraus und wurde hernach 4,51 Millimeter, oder 2 Linien lang. An der andern Erbse erblickte man zwar nach 10 Tagen den Punct des Würzelchens, aber weiter erstreckte sich die Keimung nicht. Ich glaube daß diese Erbse deswegen so langsam keimte,

weil es ihr an hinlänglicher Feuchtigkeit fehlte, und das schließe ich daraus, weil sie nicht wie die erste ihre Farbe änderte und aufquoll.

Die Verminderung des Wasserstoffgases ward ich erst am 6ten Tage und also in dem Zeitpunkte gewahr, wo das Würzelchen sich zeigte. Diese Verminderung nahm bis zum 4ten Tage in unmerklichen Graden zu, aber hernach erfolgte sie sehr schnell, und den 20sten Tag war das Wasserstoffgas bis auf den 8ten Theil seiner Masse verringert, und nun verminderte es sich nicht weiter; die Erbsen aber waren untergesunken und wahrscheinlich nahm das Wasser die erzeugte Kohlensäure auf. Doch ich werde noch oft Gelegenheit haben, diese sonderbare Erscheinung näher zu beleuchten.

Nun mußten wir noch untersuchen, ob das Wasserstoffgas durch die Keimung der Saamenkörner war verdorben worden. Wir glaubten dies an dem aufgehobnen Verhältnisse desselben bemerken zu können, weil wir erfahren hatten, daß das Wasserstoffgas mit Lebensluft vermischt nach wiederholten

holten Keimungen verdorben war, wie wir das §. 12. gezeigt haben. Das zu wiederholten Keimungen gebrauchte Wasserstoffgas brannte blau, zum Beweis, daß Kohlensäure oder Kohle darinnen enthalten sey; da es aber eben so brannte, wenn wir es mit Kalkwasser gewaschen hatten, so schlossen wir, daß die Kohle mit diesem Gase combinirt sey, wovon wir uns auch sogleich überzeugten, als wir dieses von aller Kohlensäure durch Kalkwasser gereinigte Gas mit reiner Lebensluft in dem voltaischen Eudiometer anzündeten; dabei erzeugte sich eine große Menge Kalkerde, und da also diese Versuche sammt ihren Resultaten genau mit denen im §. 12. angeführten übereinstimmten, so zogen wir auch dieselben Folgerungen daraus, wie dort; nämlich daß das Wasserstoffgas, in welchem Saamenkörner keimen, Kohle aufnimmt und sich innig mit ihr vereinigt.

Warum keimen aber die Erbsen nach einigen wiederholten Keimungen nicht in einer Atmosphäre, die aus Wasserstoffgas und aus Lebensluft besteht, da sie doch nach sehr vielen

allmählig erfolgten Keimungen in reinem Wasserstoffgas noch keimen? In der Bemerkung, die ich so eben gemacht habe, wie nöthig es sey, das reine Wasserstoffgas, in welchem diese Keimungen wiederholt worden sind, in Kalkwasser zu waschen, liegt die Auflösung dieses Problems. Wenn nämlich Lebensluft mit dem Wasserstoffgas vermischt ist, so wird sogleich in demselben eine weit beträchtlichere Quantität kohlensaures Gas erzeugt, als die ist, die das Wasserstoffgas nur aus den Saamenkörnern auffaßt; da nun, wie wir sattsam gezeigt haben, das Kohlensäuregas der Keimung sehr nachtheilig ist, ja sie ganz hindert, wenn sie in einer sonst für die Entwicklung des Saamenkorns sehr günstigen Mischung in zu reichem Maaße enthalten ist, so darf man sich nicht wundern, daß sie auf gleiche Art die Keimung der Saamenkörner unterdrückt, die sich in einer so schädlichen Atmosphäre befinden. Aber auch diese für die Erbsen unfruchtbar gewordnen Atmosphären werden wieder so fruchtbar wie zuvor, wenn man sie in Kalkwasser wäscht.

§. 19.

§. 19.

Versuche über die Keimung einiger Saamenkörner in Stickluft.

Nachdem wir diese Versuche an dem Wasserstoffgas vollendet hatten, so mußten wir sie nun auch an der Stickluft mit eben den Saamenkörnern anstellen, die in dem Wasserstoffgas gekeimt hatten.

Die Stickluft, die Huber dazu nahm, war aus alkalischen Schwefel oder aus Eisen gezogen, das man 8 Stunden mit der atmosphärischen Luft in Verbindung läßt; wenn sich nun die Luft nach einiger Zeit zu vermindern aufgehört hatte, und sich auch dann nicht mehr verminderte, wenn wir wiederholt neuen Schwefel in ihre Atmosphäre brachten, so urtheilten wir mit Recht, daß nun die Lebensluft von ihr geschieden sey.

Wenn wir nun in diese Stickluft wie vorher in das Wasserstoffgas Erbsen legten, so keimten sie vortrefflich; allein die Salatsaamenkörner wollten in dieser Atmosphäre nicht keimen und nahmen eine bräunliche Farbe an.

Die

Die Sticktuft, in welcher die Erbsen keimten, enthielt nach der Keimung viel kohlensaures Gas, wie wir das an den Wasserstoffgas merkten, das wir zu diesen Versuchen brauchten. Wir gaben uns Mühe zu entdecken, ob die Stickluft ihre eigenthümliche Wirksamkeit verlohren habe, wie das Wasserstoffgas, und ob wir gleich nicht hoften, daß uns das ganz gelingen würde, so wollten wir doch auch den einzigen Weg nicht unbetreten lassen, der uns zu dieser Entdeckung führen konnte. Huber wusch also diese Stickluft, in deren Atmosphäre mehrere wiederholte Keimungen erfolgt waren, eben so sorgfältig und bedächtig wie das Wasserstoffgas bey den vorigen Versuchen in Kalkwasser, eben so wusch er die Lebensluft, mischte beyde unter einander und brachte diese Mischung mit Kalkwasser in Verbindung in einem Recipienten, den dieses Wasser verschloß, und hier glaubte er einige Spuren von Kohlensäure wahrzunehmen. Doch dieser Versuch ist zu delikat, und wurde nicht oft genug wiederholt, als daß man dreust die Folgerungen daraus ziehen könnte, auf die er führt.

Huber glaubte nun auch Saamenkörner in eine Luft bringen zu müssen, die so viel als möglich von einer menschlichen Brust eingeathmet worden war, und sie keimten vortreflich darinnen. Darüber darf man sich aber auch nicht wundern, weil es bekannt ist, daß die atmosphärische Luft schon lange vorher nicht mehr eingeathmet werden kann, ehe sie alle ihre Lebensluft verliert. Dessenungeachtet ist dieser Versuch nichts destoweniger überflüssig, weil man sonst hätte vermuthen können, daß das Einathmen der atmosphärischen Luft einige für die Keimung nachtheilige Einflüsse zuführte.

§. 20.

Versuche über die Keimung der Saamenkörner im Kohlensauergas.

Das zu diesen Versuchen angewendete Kohlensauergas war durch Kreide und Schwefelsäure, die im Wasser verdünnt wurde, erzeugt worden. Wir vermieden bey unsern Versuchen sorgfältig das kohlensaure Gas, von welchem wir glaubten, daß es einige Luftatome des Gefäßes enthalten könne, in welchem

chem es sich entwickelte, und fiengen es daher in verschiedenen Recipienten auf.

Diese Versuche lieferten uns nicht die bestimmten Resultate, wie die vorigen. Huber legte dieselben Saamenkörner, die er vorher den Atmosphären des Wasserstoffgases und der Stickluft ausgesetzt hatte, in die verschiedenen Recipienten, in welche das kohlensaure Gas aufgefaßt worden war: in einigen keimten die Saamenkörner, in andern aber auch nicht. Die Zeichen an den Recipienten, welche den Zeitpunct ihrer Vollfüllung bezeichneten, gaben uns über die Ursachen dieser verweigerten Keimung keinen Aufschluß, man fand sie während und nach der Keimung in den Recipienten. Da Huber diesen Versuch wiederholte, versuchte er ähnliche Abwechselungen, allein in diesen letzteren Versuchen, die wahrscheinlich sorgfältiger waren angestellt worden, keimten die Saamenkörner ganz und gar nicht, und wir sind nun sehr geneigt zu glauben, daß die Saamenkörner in dem kohlensauren Gase durchaus nicht keimen, weil dieses Gas, wenn es mit derselben Quantität

Lebens=

Lebensluft vermischt wird, wie die Stickluft und das Wasserstoffgas, für die Keimung nachtheiliger ist, als diese Gase; ferner weil eine zu große Quantität kohlensaures Gas die Keimung der Erbsen in dem Wasserstoffgas hindert; ferner weil die Erbsen in dem Wasser nicht keimen, das mit Kohlensäure angefüllt ist, und endlich weil die Erbsen, die in dem kohlensauren Gase nicht keimen wollen, vortreflich keimen, wenn sie in die freie Luft gebracht werden.

§. 21.

Versuche, die über die Keimung einiger Saamenkörner im Oel gemacht worden sind.

Die obigen Versuche zeigten deutlich, daß einige Saamenkörner außer Verbindung mit der Luft vortreflich keimten; man sollte also auch glauben, daß die Erbsen im Oele keimten. Huber hatte diese Idee und suchte sie auszuführen. Er legte Erbsen in Olivenöl, sie sanken unter, aber sie keimten nicht; er legte sie darauf in Wasser und übergoß es mit einer Oelfläche, und da keimten sie. Endlich legte er andre hinein, und zwar so,

daß

ihre eine Hälfte im Wasser, die andre aber im Oele lag; diese quollen zwar auf, aber weit später als im bloßen Wasser, das sie ganz bedeckte und ihre Keimung wurde dadurch verzögert. Ja diese Erbsen keimten sogar, wenn auch die Hälfte im Oele lag, an welcher ihr Närbchen ist. Auch haben die im Wasser gequollnen Erbsen gekeimt, wenn man sie in süßes Oliven- und Mandelöl legte. Dieser letzte Fall ist sehr merkwürdig; er zeigt den großen Einfluß des Wassers auf die Keimung, und scheint zu beweisen, daß die Erbsen auch ohne Verbindung mit der Luft, oder vielmehr ohne ihren Einfluß merklich zu genießen, ungestört fortkeimen können, denn sie konnten doch nur so viel Luft enthalten, als mit dem Wasser verbunden seyn konnte, das in sie drang und ihr Gewicht verdoppelte.

§. 22.

Widersprechende Erfahrungen von Desaussüre.

Desaussüre der jüngere hat unsere Versuche, sowohl an der in Wasser gelegten

als

als auch der Stickluft und dem Wasserstoffgas ausgesetzten Erbsen, nachgemacht, und bezweifelt, daß sie in reinem Wasser und in vollkommen reiner Stickluft und Wasserstoffgas keimen; er beruft sich auf folgende Erfahrungen, die er mir mitgetheilt hat, und die ich mich gedrungen fühle, öffentlich bekannt zu machen, weil mir die Wahrheit theurer ist als meine Meinungen, und weil ich lieber die Wissenschaft zu bereichern als einen Irrthum zu befördern wünsche, zu welchem unsre Unternehmungen die Naturlehrer und Naturforscher verleiten könnten. Ich schreibe also hier das ab, was dieser gute Beobachter uns gefälligst mitgetheilt, und mit unsern Arbeiten herauszugeben erlaubt hat.

„Ich habe," sagt er, „kochendes Wasser in einen Recipienten gethan, der voll mit luftleerem Merkurius war. Das Gefäß stand umgekehrt mit seiner Oeffnung auf einem mit eben diesem Metalle angefüllten Kessel. (cuvette). — Nachdem das Wasser kalt geworden war, warf ich einige Erbsen in den Recipienten, welche auf der Oberfläche dieses metallischen mit gekochtem Wasser verbundenen

nen Fluidums schwammen. Diese Körner haben unmittelbar vor diesem Versuche in einem luftleeren Raume unter Wasser gelegen, um sie aller Luft zu entledigen, die sie enthielten."

„Wenn die Quantität des gekochten, auf den Merkurius schwimmenden Wassers 40 bis 50 mal größer war, als das Gewicht der Erbsen, so keimten sie nach 10 bis 12 Tagen darinnen, wenigstens trat das Wärzchen eines Millimeters, oder einer halben Linie groß aus dem Närbchen des Saamenkorns hervor, aber die Entwicklung erfolgte niemals weiter. Wenn die Quantität des Wassers das Gewicht der Erbsen nur 5 bis 6 mal übertraf, so entwickelten sie sich noch nach einigen Wochen nicht, weil in diesem Falle wahrscheinlich die kleine in dem Wasser aufgelößte Quantität Luft zur Keimung nicht mehr hinreichend war."

Ich habe diese Versnche unter denselben Umständen wiederholt und in beiden Fällen Stickluft und Wasserstoffgas beigemischt, und die Resultate waren die nämlichen, das heißt,

die

die Keimung fand nicht Statt, wenn die Quantität des in den Recipienten gefüllten Wassers nur 4 oder 5 mal größer war, als das Gewicht der Erbsen."

„Ich muß hier voraussetzen, daß man das simple Aufschwellen des Wärzchens, das bei dem Aufschwellen aller Theile des Saamenkorns durch das eindringende Wasser erfolgt, nicht für eine Keimung halten darf, denn ich habe bemerkt, daß die Wärzchen anschwellen, sich manchmal sogar ein wenig erheben, und also den Anschein einer angefangnen Keimung haben, wenn man die Erbsen eine oder zwey Stunden im gekochten Wasser liegen läßt."

Ich bin zeuge dieser Versuche gewesen, die mit einer so bedächtigen Genauigkeit angestellt, und so oft wiederholt wurden, daß man sie als eine allgemeine Erscheinung kann gelten lassen. Es folgt aber immer daraus, daß die Erbsen in Ansehung der Keimung eine Ausnahme von den meisten andern Saamenkörnern machen, und daß sie, wenn sie auch die Lebensluft zur Keimung nicht ganz entbehren können, doch einer unendlich kleinen

und

und überhaupt weit geringern Quantität derselben bedürfen, als die Saamenkörner der meisten Pflanzen. Denn diese Quantität Lebensluft ist nicht bedeutender, als man sie in einem luftleeren Recipienten findet, in welchem der Merkur bis auf 4 Linien steht, und wo man nur den dritten Theil atmosphärischer Luft und also den neunten Theil Lebensluft rechnen kann, wie das Desaussüre übereinstimmend mit uns beobachtet hat. Oder vielmehr, nach den Versuchen des Desaussüre zu schließen, wäre die zu dieser Keimung nöthige Luft einer Schwere gekochten Wassers gleich, die 40 bis 50 mal mehr wiegt als die gewiß weit geringere Quantität Luft, die in der Luftpumpe zurückbleibt, wenn man, wie ich, einen luftleeren Raum damit gemacht hat. Wenn wir also unsre Resultate nur in so fern berichtigen, das wir das Nöthige noch hinzusetzen, so bleiben sie sammt, den Folgerungen, die ich daraus herleiten wollte, beinahe wie sie sind. Dessenungeachtet hielt ich es für wichtig, die Versuche des Desaussüre bekannt zu machen, weil sie überhaupt vortreflich gemacht wurden; weil sie unserm

Ver-

Versuchen mehr Bestimmtheit geben und auf einem Irrthum aufmerksam machen, in den man leicht gerathen könnte. Ja ich will auch nicht läugnen, daß ich es den Ideen, die man von der Gährung hat, ganz angemessen halte, zur Entstehung derselben einige Atome von Lebensluft zuzulassen, als sie ganz und gar auszuschließen. Es ist zwar wahr, ich kann mir die Auflösung des Wassers in den keimenden Saamenkörnern leicht erklären, weil sie nach dieser Theorie beim Wachsthum allemal erfolgen muß, aber noch leichter kann ich sie doch begreifen, wenn die Gährung in dem Saamenkorne durch die in dem Wasser enthaltene Lebensluft entstanden ist, weil sie die überflüssige Kohle abführt, welche die Keimung verzögert.

Ich theilte Hubern die Versuche des Desaussüre mit, und er meldet mir, daß er seine Versuche auf folgende Art wiederholt habe: er ließ Wasser sehr lange kochen, damit füllte er indem es noch kochend war, zwey sehr kleine Röhren an; in eine derselben goß er eben so viel Oel, als sie Wasser enthielt, und jede dieser beiden flüssigen Mate-

rien betrug ohngefähr so viel, wie der Umfang von 2 Erbsen; hierauf legte er eine Erbse in die mit Oel verschloßne Röhre, und eine andre in die Röhre, die mit der Luft in Verbindung geblieben war, und eben so viel Wasser, als die erste enthielt; beide Röhren verschloß er und nach 2 Tagen waren die Erbsen gekeimt, doch war das Wärzchen in der ersten etwas länger als in der andern.

Es scheint mir, daß sich alles aus dem Gesichtspunct erklärt, auf welchen ich die Frage über diese Verschiedenheiten zurückgeführt habe, daher lasse ich mich nicht weiter darauf ein.

§. 23.

Hypothese zur Erklärung dieser Erscheinungen.

Es ist eine ganz eigne Erscheinung, daß die Erbsen, die Linsen unter distillirtem und gekochtem Wasser, im luftleeren Raume sowohl, wie im Wasserstoffgas und in Stickluft keimen, weil der größte Theil andrer Saamenkörner auf diese Art nicht keimen will.

Ließe

ließe sie sich wohl auf das Hauptgesetz zurückführen: daß die Lebensluft zur Keimung unentbehrlich nothwendig ist, weil sie dem Saamenkorne die überflüssige Kohle entzieht, wie ich durch unsre in den vorhergehenden Aufsätzen erzählten Versuche bewiesen habe?

Es wäre doch wohl möglich, daß die Saamenkörner, die unter dem Wasser oder im luftleeren Raume, oder im Wasserstoffgas und im Stickluft keimen, weniger Kohle enthalten, als die andern, und also auch weniger zu verlieren haben; oder auch, daß ihre Kohle auf eine von den andern Saamenkörnern verschiedne Art combinirt ist; oder daß sie unter einer andern Gestalt vorhanden ist; oder daß die Art und Weise, wie sie in diesen Saamenkörnern combinirt und vermischt ist, in ihnen selbst die Lebensluft leichter erzeugt; oder das sich endlich, wenn das alles nicht hinreichend ist, vielleicht einige dieser Fälle vereinigen, um die Keimung zu bewerkstelligen.

Das Wasser ist zur Keimung der Pflanzen nothwendig; wird immer frisches zugegossen,

sen, so kann das manchmal die Keimung befördern, wie wir das aus unsern Versuchen gesehen haben, die wir im fließenden Wasser anstellten. Es war mir auch wahrscheinlich, daß die Auflösung des Wassers, von welcher ich sprechen werde, weit leichter in den Erbsen, als in den andern Saamenkörnern erfolgte, die unter dem Wasser nicht keimen, weil diejenigen, die in dem Wasser nur aufgeschwollen waren, in dem Oele keimten, das doch gar nichts enthält, was die Keimung befördern könnte.

Was es auch immer seyn mag, so scheint mir doch — um nun der Auflösung dieses Problems näher zu kommen, — eine geringere Quantität Kohle in den Erbsen nicht ihre Keimung unter dem Wasser, im luftleeren Raume und in Stickluft und Wasserstoffgas bewirkt zu haben, denn wenn wir sie in blechernen, sorgfältig verstopften Röhren verbrannten, so beobachteten wir, daß sie vielmehr eine weit größere Quantität Kohle enthielten, als die übrigen Saamenkörner. Aber das könnte eher möglich seyn, daß die Kohle in den Erbsen auf eine andre Art combinirt

und vielleicht unter einer Gestalt enthalten wäre, die sie mit der Lebensluft des Wassers leichter in Verbindung bringt; wenigstens fangen die Erbsen eher und schneller an zu gähren, als die übrigen Saamenkörner; ferner, sobald andre Saamenkörner unter dem Wasser nicht keimen, so werden sie schwarz, die Erbsen hingegen werden nicht schwarz, sondern gelb und dann weis.

Vielleicht saugt auch das dünne Häutchen, das die Erbsen umgiebt, eine weit geringere Quantität Wasser ein, als das Häutchen der andern Saamenkörner, und diese Quantität steht mit der zur Keimung eigentlich erforderlichen vielleicht in einem richtigeren Verhältnisse. Wenigstens widerstehen die Erbsen unter dem Wasser weit länger der Fäulniß, entweder aus dieser Ursache, oder weil sie weit mehr Kohle enthalten, wie wir das sahen, wenn wir sie verbrannten, und wie man das auch aus der ungemein großen Masse kohlensauren Gases beurtheilen kann, die sie erzeugen.

Daher vermuthe ich, daß die Saamenkörner, die in dem Wasser nicht keimen, nicht

mit

mit eben der Kohlenmasse versetzt sind, wie die Erbsen, denn wenn man jene schon schwarz aus dem Wasser zog, so keimten sie noch in der Erde, unter dem Einfluße der Luft; ihre Kohle, die auf ihre Oberfläche getrieben worden ist, ist also zwar sichtbar geworden, aber sie ist auf derselben hängen geblieben, weil sie sich mit der Lebensluft nicht combiniren konnte, die gar nicht da war; die Kohle der Erbsen hingegen verbindet sich mit der Lebensluft des Wassers, das sie aufzulösen vermag, oder mit der Lebensluft, die in den Bestandtheilen des Saamenkorns enthalten ist, an welchen sie die nämliche Wirksamkeit äußert.

Weil also die Saamenkörner, die unter dem Wasser nicht keimen, nicht mehr Kohle enthalten, als die, welche darinnen keimen, so kann man folgern, daß sie entweder ganz verschieden combinirt oder mit weniger Lebensluft versetzt in ihnen enthalten sey. Das gilt auch von den Saamenkörnern, die wir angefeuchtet in Stickluft oder Wasserstoffgas legten. Ich habe bereits die wahrscheinlichen Ursachen angegeben, welche die Keimung der Saa-

Saamenkörner in kohlensaurem Gases zu verhindern scheinen.

Wir sollten nun noch die Quantitäten von Kohlensäure genau untersuchen, die von den Erbsen unter dem Wasser und im Wasserstoffgas und in Stickluft erzeugt worden sind; diese Quantitäten sollten wir mit denen vergleichen, die in der Luft erzeugt werden, wenn die Erbsen in derselben keimen, und diese Versuche in der Luft sollten wir mit andern Saamenkörnern wiederholen. Diese Vergleichungen könnten zu weit richtigeren Folgerungen führen, aber es schien uns nicht sogleich möglich, die dazu nöthigen Versuche anzustellen, die viel Zeit, Sorgfalt und Geschicklichkeit erfordern.

Eben so nützlich würde es seyn, die Quantitäten Kohle noch zu untersuchen, welche das Wasserstoffgas und die Stickluft einsaugen können; ihre verschiedenen Stufen der Verwandtschaft mit andern Stoffen, nach der Quantität von Kohle, die sie enthalten; in welchem Grade sie mit Lebensluft angefüllt sind; die Umstände, welche das Spiel der Verwandtschaften dieser Gase mit und unter

sich

sich, wie z. B. mit der Lebensluft und den andern Theilen des Saamenkorns befördern oder stören. Wenn man einst in diesen schweren Theile der Pflanzenchemie einige Fortschritte macht, so wird man in der Theorie des Wachsthums sehr weit gekommen seyn.

Sechster Aufsatz.

Von der Zersetzung des Wassers bey der Keimung, und folglich auch bey dem Wachsthume der Pflanzen.

Alle diese Versuche machten mir die Auflösung des Wassers bey der Keimung wahrscheinlich, wie ich das schon im dritten Theile meiner Physiologie der Pflanzen erwähnt habe. Zwar bekenne ich, daß ich sie oft nur vorausgesetzt habe, wenn es mir an eigentlichen Beweisen dazu fehlte; auch habe ich mich oft mit dieser wichtigen Untersuchung beschäftiget; manchmal habe ich mich getadelt, diese Auflösung nicht genau ge-

nug

nug beobachtet und zu schnell entschieden zu haben; ein andermal schien es mir wieder wahrscheinlicher, daß ich sie noch gar nicht bemerkt hätte. So viel ist wahr, ich denke mir sie mehr, als daß ich im Stande bin, ihre Wahrheit oder Falschheit zu beweisen. Ich weiß, daß Chimisten vom ersten Range die Auflösung des Wassers beim Wachsthume zugeben, ich weiß, aber auch, daß sie Chimisten vom ersten Range läugnen. Ich will hier die Urtheile für und wider sammeln, die ich beim Nachdenken über die so eben erzählten Versuche über diesen interessanten Gegenstand gefällt habe.

Ich führe zwey Thatsachen an, die mir bey der Keimung unter diesem Gesichtspunct betrachtet, auffallend sind, daß sie nämlich eine große Masse kohlensaures Gas und Wasserstoffgas und eine eben so große Masse einer zuckersüßen Materie erzeugt. Beide scheinen einer aufmerksamen Untersuchung werth zu seyn.

Wenn die Erbsen und einige andre Saamenkörner unter gekochtem und distillirtem Wasser, wie auch in einer Atmosphäre von reiner Stick-

Stickluft und Wasserstoffgas, ja selbst in einem luftleeren Raume keimen, wo sie also außer aller Verbindung mit Lebensluft stehen, so erzeugen sie, wenn ihre Körner sich auflösen, eine unendlich größere Quantität kohlensaures Gas und Wasserstoffgas, als die Luftpumpe mit ihrer größten Gewalt in den zwey ersten Tagen, in welchen sie unter dieselbe gelegt worden, auspumpen kann. Die Quantität kohlensaures Gas ist gewöhnlich das $\frac{17}{24}$ des Wasserstoffgases, daß man bei der Auflösung dieser Saamenkörner erhält, wenn man das kohlensaure Gas nicht rechnet, welches das Wasser augenscheinlich verschluckt hat, das den Recipienten verschließt; denn man findet manchmal sogar die Kohle darinnen, welche die nicht keimenden Saamenkörner bedeckt, und beobachtet sie allemal mit der Stickluft und dem Wasserstoffgas combinirt, in welchen die Saamenkörner gekeimt haben. Eben so verhält es sich mit dem in der Lebensluft und Stickluft enthaltenen Wasserstoffgas, das die Saamenkörner erzeugt haben, die in diesen beiden Gasen oder unter dem Wasser keimten.

Wenn

Wenn das Wasserstoffgas und das kohlensaure Gas, nebst der durch die keimenden Erbsen erzeugten Kohle, unter diesen Gestalten nicht in irgend einer andern, zu dem Versuch angewendeten Materie existiren; wenn die Gase, deren man sich bedient, wie z. B. die Stickluft, sich nicht in die Gase verwandeln, die man darinnen findet; wenn das Wasserstoffgas und die Stickluft sich während der Keimung mit Kohle anfüllen, so kann man aus diesen Versuchen folgern, daß das kohlensaure Gas und das Wasserstoffgas die sich gezeigt haben, und die Kohle, mit welcher das Wasserstoffgas und die Stickluft angefüllt ist, aus den Erbsen entsprungen sind; und da diese Gase und diese Kohle sich nicht auf einmal von den Erbsen absondern, und dann zum Vorschein kommen, wenn die Keimung vor sich geht, so scheint es, daß sie durch diese Operation hervorgebracht werden. Ferner, da diese Gase sich nur dann in reicherem Maaße entwickeln, wenn die Keimung kraftvoll erfolgt und sich das Wärzchen zeigt, da man diese Entwicklung im luftleeren Raume sowohl, wie unter den Gefäßen bemerkt,

die mit den künstlichen Atmosphären verschlossen sind, von welchen ich spreche; kann man daraus nicht logisch schließen, daß die Keimung alle diese vorher unsichtbaren Stoffe hervorgebracht hat? Dies muß um so wahrscheinlicher seyn, da man beinahe dieselben Stoffe erhält, wenn die Saamenkörner in der Luft keimen und in derselben wachsen.

Wenn das kohlensaure Gas und das Wasserstoffgas durch die Keimung hervorgebracht werden, und es beinahe gewiß ist, daß sie unter dieser Gestalt in den Erbsen nicht enthalten sind, so muß man ihre Entstehung untersuchen. Es fällt sogleich in die Augen, daß ihr Ursprung in den Saamenkörnern selbst liegen muß, wenigstens wenn sie sich in den Atmosphären des Wasserstoffgases und der Stickluft befinden, weil wir sattsam bewiesen haben, und Desaussüre noch strenger als wir, daß der größte Theil der Kohlensäure, die durch die keimenden Saamenkörner in der atmosphärischen Luft oder in der Lebensluft erzeugt wird, aus der Kohle des Saamenkorns und aus Lebensluft zusammen-

mengesetzt ist. Wenn aber das kohlensaure Gas durch die, unter gekochten und distillirten Wasser, und unter Wasserstoffgas und Stickluft und im luftleeren Raume keimenden Saamenkörner hervorgebracht wird, wo es weder Kohlensäure noch Lebensluft giebt, um es durch die Kohle des Saamenkorns zu bilden; so muß man es einzig und allein von den Bestandtheilen des Saamenkorns oder von den Bestandtheilen des Wassers herleiten, das sich im Augenblicke der Keimung mit dem Saamenkorne combinirt, oder vielleicht von beiden.

Es ist also ganz sicher, daß die Kohle nur aus der Auflösung des Saamenkorns entsteht. Das ist keinem Zweifel unterworfen, wenn man sieht, wie das kohlensaure Gas sich in der Keimung bildet; wenn man weiß, daß es den 5ten Theil von der Schwere der Erbsenkörner ausmacht, und wenn man sich überhaupt überzeugt hat, daß die Keimung nur dann erfolgt, wenn nach völliger Auflösung der Pflanze die überflüssige Kohle abgeführt wird, die dann in sehr großer Masse zum Vorschein kommt. Wenn man

end-

endlich bemerkt, daß das durch den Saft in alle Theile der Pflanzen geleitete, und durch das Licht in die Blätter vertheilte kohlensaure Gas die entwickelte Pflanze mit neuer Kohle versorgt, da das Saamenkorn keine mehr liefern kann, so ist das, was ich für wahrscheinlich halte, keinem Zweifel mehr unterworfen, nämlich daß die Kohle aus dem Saamenkorne entspringt.

Ist es nun aber ausgemacht, daß sich die Kohle von dem Saamenkorne absondert, so setzt das eine Auflösung der Bestandtheile des Saamenkorns voraus; diese Auflösung läßt auf neue Zusammensetzungen schließen, und so könnte sie vielleicht die Quelle der Lebensluft und des Wasserstoffgases seyn, die bei der Keimung sichtbar werden.

Auf diese Idee wird man gebracht, wenn man die Veränderungen des Saamenkorns während der Keimung beobachtet. Die Kennzeichen, an welchen man sie unterscheidet, sind nicht mehr dieselben; ihr Aeußeres verändert sich mit ihrem Geschmack, eine mehr oder weniger dichte Flüssigkeit ersetzt eine trockne

Mate-

Materie; man erkennt weder die klebrichte, noch die ölichte Masse in dieser Art von Emulsion mehr, die damit vorgegangen ist, und anstatt eines faden beinahe unschmackhaften Geschmacks, findet man einen zuckersüßen. Dies sind die vorzüglichsten, in die Augen fallenden Veränderungen, welche die Keimung an diesem kleinen Rüstzeuge hervorbringt, das nichts ähnliches mehr von dem enthält, was es war, sobald das Saamenkorn zu keimen angefangen hat. Sollte sich hierauf nicht die Erzeugung des Gases gründen? Sollten die ölichten Theile nicht das Wasserstoffgas, und die zuckersüß gewordenen vegetabilischen Säuren nicht einen Theil ihres Sauerstoffs verlohren haben? Und sollte in diesen Verwandlungen nicht die Veranlassung liegen, daß sich bei der Keimung kohlensaures Gas und Wasserstoffgas erzeugten?

Diese Idee ist im ersten Augenblicke verführerisch, sie hat mich auch verführt; aber eben ihre auffallende Wahrscheinlichkeit ist ein mächtiger Antrieb, sie aufmerksamer zu untersuchen.

Ich

Ich muß hier einem Einwurfe begegnen: wenn die Gährung alle bey der Keimung vorfallende Veränderungen veranlaßt, wie wird sie denn in dem luftleeren Raume, in reinem Wasserstoffgas und in reiner Stickluft, unter gekochtem und distillirtem Wasser bewirkt? Doch dies macht die jetzt zu untersuchende Meinung nicht schwieriger, weil die Erfahrung lehrt, daß die Weingährung ohne den Einfluß der Luft bewirkt wird; in der That aber erfolgen diese Erscheinungen etwas langsamer; folglich ist vielleicht die Gährung, die alle an den Saamenkorne sich ereignenden Veränderungen hervorbringt, auch die Mutter von allen den Gasen, die man ausser den Saamenkörnern unter Atmosphären bemerkt, die keine Lebensluft enthalten.

Um diese eben aufgestellte Meinung zu unterstützen, füge ich noch folgende Betrachtungen hinzu. Fourcroy erzählt in seinem Systeme des connaisſances chimiques, ein merkwürdiges Beyspiel von den Wirkungen dieser Auflösungen und Zusammensetzungen in den Pflanzen, um den süßen Geschmack

schmack hervorzubringen: er bemerkt, daß er durch das bloße Aufwallen (ebullition) entsteht; daraus würde folgen, daß er nur durch Anwendung des Wärmestoffs hervorgebracht werden könnte; vielleicht kommt das daher, daß sich die Verbindungen unter den Gasen in einer gewissen Verfassung ändern; vielleicht sind auch die Verbindungen der neuen Gase verschieden, und das ist mir sehr wahrscheinlich; vielleicht ändern auch die verschiednen Modificationen, die durch die verschiedenen Quantitäten des Wärmestoffes, der sich mit ihnen vereinigt, durch die verschiedene Säurung (oxidation) der Kohle, durch ihre verschiedene Quantität, oder durch die Quantität verschiedener andrer Stoffe bewirkt werden, die Umstände durchaus, die wir an den Stoffen beobachten, auf die wir wirken können. Sey es was es sey, Fourcroy nimmt als ausgemacht an, daß die klebrichte und färbende Masse aller Saamenkörner, die aus solchen Massen bestehen, die Gährung nicht begünstigen. So ist es auch bekannt, daß eine grün abgebrochne Birne sehr streng und ein grün abgebrochner Apfel sehr

sauer schmeckt, daß man sie aber nur einige Tage an einen warmen Ort legen darf, um ihnen einen süßen Geschmack zu geben, wenn sie nicht zu lange vor ihrer Reife gepflückt wurden.

Wenn man auch mit Lavoisier annimmt, daß die Saamenkörner weder Oel noch Säure enthalten, so kann man doch wenigstens nicht läugnen, daß ihre Grundstoffe sich in einem Gleichgewichte befinden, das nur durch zufällige Umstände aufgehoben werden kann; dann würden, (die Kohle ausgenommen, die vielleicht mehr zur Natur des Saamenkorns gehört,) das Wasserstoffgas und die Lebensluft nur als Versetzungen des Saamenkorns angesehen werden können, und dann würde ihr Gleichgewicht wenigstens in den verschiednen Epochen der Keimung und des Wachsthums aufgehoben werden, wie man das aus der Natur dessen beurtheilen kann, was sie in diesen verschiedenen Zeitpuncten hervorbringen.

Wenn man aber annimmt, daß die ölichten und sauern Stoffe ganz eigentlich zur Natur der Saamenkörner — was mir auch

mehr mit der Beobachtung übereinzustimmen scheint, nach welchen man wirklich diese Stoffe in den ihnen eigenthümlichen Säften bemerkt — so läßt sich leicht begreifen, wie die ölichten, die sauern und die verschiedenen Bestandtheile der Saamenkörner die Gase bilden, welche bey unsern Versuchen an der Keimung sichtbar sind. Da es aber ausgemacht ist, daß die Zerstörung des Saamenkorns durch die Fäulniß diese Wirkung bis zu einem gewissen Puncte hervorbringt, so kann ich sie der Keimung allein nicht zuschreiben.

Es ist wohl gewiß, daß sich in den Cotyledonen (Saamenkuchen, Cotylédons) ein eigner Saft bildet, der zur ersten Nahrung des Wärzchens bestimmt ist, der vor der Anfeuchtung des Saamenkorns nicht existirte, dessen Massen sich durch den Zusatz des Wassers vereinigten, und der eine Frucht der Wirkungen ist, welche diese Verbindung mit dem Wasser hervorbringt. Also ist dieses Gas, das einer wahren Emulsion ähnlich ist, in der That aus ölichten und salzigen Theilen zusammengesetzt, die verschieden combinirt

 sind,

sind, wie man sie noch in der Pflanze findet. Das ist nicht zu viel gesagt, weil das Pflänzchen der Krausemünze schon den Geruch der erwachsenen Pflanze hat, und woher konnte sie diese ölicht riechende Masse anders haben, als aus dem Saamenkorne, aus welchem sie entspringt?

Aber vielleicht bildet sich das Oel, das Harz und die Säuren des Pflänzchens nach ihrer Auflösung von neuem in derselben, wenn sich ihre Grundstoffe, die aus den Saftgängen in das Wärzchen übergegangen sind, wieder vereinigen. Gewiß kann ich nicht behaupten, ob dies physisch unmöglich sey, allein ich würde die Absicht der Natur bey diesem Verfahren nicht einsehen; ich würde nicht begreifen, wie dieser Embryon, der sich entwickelt, und der einer völlig zubereiteten Nahrung bedarf, jetzt schon das verrichten sollte, worzu er in seinem reifern Alter bestimmt ist; ich würde begreifen, wozu die Saftgänge nöthig wären, die die ersten Entwicklungen des Pflänzchens durch eine seiner Schwachheit und der künftigen Bildung seiner Organe angemessene Nahrung befördern sollen.

Es

Es ist mir vielmehr wahrscheinlich, daß die eigentlichen Grundstoffe des Saamenkorns sich dem Pflänzchen auf eine Art mittheilen müssen, die ihrem engen, gegenseitigen Zusammenhang gemäß und mit den eigentlichen Säften am meisten analog ist, welche die unmittelbaren Nahrungsmittel eines gesunden und kraftvollen Wachsthums sind.

Bey alle dem ist es noch nicht ausgemacht, daß die ganze Masse des Saamenkorns in das Pflänzchen übergeht, wie ich es vermuthe, und daß in dem Augenblicke, wo sich der Nahrungssaft bildet, auch die von uns beobachteten Gase ihren Hüllen entfliehen. Ich kann nicht läugnen, daß es auch vielleicht nicht so ist; allein wenn ich betrachte, wie klein die meisten Saamenkörner, wie fein ihre Häutchen sind, die sich nicht auflösen, und wie gering also die Quantität der Massen ist, die einer Auflösung fähig sind; wenn ich diese kleinen Saamenkörner mit dem großen Effect vergleiche, den sie bey der Keimung hervorbringen; mit dem unentbehrlichen Nahrungssafte, der in dem

Pflänz-

Pflänzchen für die ersten Entwicklungen bereitet wird; mit der allmähligen und abwechselnden Zubereitung dieser Nahrung, und mit der Schnelligkeit, mit welcher das Pflänzchen in gewissen Fällen wächst; so kann ich nicht glauben, daß die Saftgänge außer einen Theil ihrer Kohle, noch etwas beträchtlicheres zu verlieren oder zur Hervorbringung andrer Erzeugnisse zu verwenden hätten. Hingegen lösen sich die ölichten und salzichten Theile nur dann auf, wenn das Saamenkorn beinahe ganz desorganisirt ist, und ich kann mir nicht einbilden, daß man das keimende Saamenkorn als desorganisirt betrachten könne, wenigstens würde ich nicht begreifen können, wie das zarte Gewebe des Pflänzchens dieser Zerstöhrung widerstehen und genährt werden könnte, wenn die Organe selbst ihr unterworfen wären. Da nun aber das Wasserstoffgas und vorzüglich die Kohlensäure nicht eher zum Vorschein kommen, als wenn die Keimung ihren Anfang genommen hat, da sie sich nur in sehr geringer Quantität absondern; so kann man, dünkt mich, unmöglich die Auflösung der ölichten und salzigen Theile gestat-

gestatten, die — wie ich schon erinnert habe — nur dann erfolgt, wenn die Fäulniß das Saamenkorn ganz zerstört hat.

Morveau bemerkt bey Gelegenheit, wo er die Ideen des D. Rollo von der Bildung des Zuckers in den keimenden Saamenkörnern anführt, sehr weitläuftig, als ob Lavoisier behauptet hätte, daß das Wasserstoffgas, die Kohle und die Lebensluft in gleichen Proportionen im Zucker enthalten wären, und als ob neue Zusammensetzungen entständen, wenn dies Gleichgewicht aufgehoben wird. Allein Lavoisier sprach hier von dem erzeugten Zucker, so wie er bey der Keimung im Augenblicke seiner Erzeugung erscheint. Vielmehr führt die Quantität Lebensluft, die Lavoisier in dem Zucker gefunden hat, und die ohngefähr den 0,64 seiner Schwere beträgt, auf die Vermuthung, daß noch eine große Quantität derselben hinzugekommen ist, die doch aus irgend einem Theile entsprungen seyn muß. Dies ists was dieser große Chimiste in T. XXV. der Annales de chimie meint. Aus dieser Thatsache und

aus

aus dieser Vermuthung scheint also zu folgen, daß die Pflanzensäure die Lebensluft nicht erzeugt, die sie nach der Hypothese erzeugen sollte, weil ihr zur Bildung des Zuckers noch Lebensluft zugesetzt werden muß.

Zwar will ich nach allen diesen Betrachtungen nicht behaupten, daß die Composition der Massen, aus welchen das Saamenkorn besteht, die Gase nicht erzeugen könnten, die man bey der Keimung wahrnimmt; aber so viel glaube ich sagen zu können, daß man diese neue Zusammensetzung nicht für hinreichend halten kann, um die Erscheinungen zu erklären. Und nun will ich auch noch die Meinung von der Auflösung des Wassers durch die Keimung und durch das Wachsthum untersuchen, die man auch nicht ganz verwerfen kann.

Ich muß vor allen Dingen bemerken, daß man keine eigentlichen Beweise für die Auflösung des Wassers bey der Keimung und bey dem Wachsthume hat, wie ich das schon in meiner Physiologie der Pflanzen T. 3. p. 79. bemerkt habe; ich habe aber doch einige Wahrscheinlichkeiten dafür mitgetheilt,

theilt, die ich nicht wiederholen will, sondern ich werde hier diesen Gegenstand nur in so fern untersuchen, in wie fern er sich auf die Keimung bezieht.

Die Saamenkörner, die man in gekochtes und distillirtes Wasser oder in eine Atmosphäre von Wasserstoffgas oder Stickluft legt, liefern einen großen Ueberfluß von kohlensaurem Gase oder Wasserstoffgas. Es ist bekannt, daß die Kohlensäure 28 Theile und 72 Theile Lebensluft enthält; es ist ferner bekannt, daß die Saamenkörner, die in der Luft keimen, eine sehr große Menge Kohlensäure enthalten, die sich aus der Lebensluft der atmosphärischen Luft gebildet hat; eben so bekannt ist es, daß der Zucker, der sich in den keimenden Saamenkörnern zeigt 0,64 Lebensluft enthält; es ist wahrscheinlich, daß die Saamenkörner, die im gekochten und distillirten Wasser, oder in Atmosphären von Wasserstoffgas und Stickluft, oder in einem luftleeren Raume keimen, die Lebensluft in Natura nicht antreffen können, deren sie in so großem Ueberfluß zur Bildung der Kohlen-

säure

säure bedürfen, die sich absondert, und um den zuckrigen Geschmack zu erzeugen; ich habe ziemlich wahrscheinlich dargestellt, daß die keimenden Saamenkörner diese Lebensluft in ihren eignen Bestandtheilen finden könnten, so daß in den Saamenkörnern beinahe nichts als Wasser zurückzubleiben scheint, in welchem sie die Lebensluft durch die Auflösung wegnehmen können; wenigstens wird man bei unsern Versuchen nur die dazu nöthige Quantität desselben gewahr. Es ist zwar wahr, das Wasserstoffgas zeigt sich weit später als das kohlensaure Gas, allein, da es in geringerer Quantität vorhanden ist, als die Lebensluft, weil es nur den 0,15 des Wassers ausmacht, so wird es vielleicht anfänglich ganz zur Nahrung des Pflänzchens gebraucht, und die Lebensluft, die der 0,85 ist, kann von ihrem Ueberfluße noch eine zur Erzeugung der Kohlensäure hinreichende Quantität mittheilen, denn die Kohlensäure entsteht aus der Verbindung der Lebensluft mit der Kohle, die sich absondert.

Ich habe einen Fall erzählt, der mir sehr auffallend ist: die in Oel gelegten Erbsen

keimen nicht; sind sie aber im Wasser aufgequollen, so keimen sie im Oele; hier findet kein andrer Unterschied Statt, als daß die letzteren Wasser enthalten; dieses nährt sie und liefert durch seine Auflösung die zur Gährung nöthige Lebensluft, indem es die Kohle aus dem Saamenkorne wie aus dem Weine verdrängt und die Bereitung der zuckerartigen Masse befördert, die das Pflänzchen nährt. Darüber ist man einstimmig: die äußere Lebensluft kann nicht in das Saamenkorn dringen, sie saugt die Kohle desselben ein und erleichtert dadurch die Absonderung derselben; es muß also in diesem Falle innerlich Lebensluft enthalten seyn, oder vielmehr Sauerstoff selbst, um die Veränderungen hervorzubringen, die an dem Saamenkorne erfolgen, und die die Lebensluft vielleicht nicht einmal so leicht bewirken könnte.

Wenn man aufmerksam die Quantität Lebensluft betrachtet, die zur Erzeugung der ungeheuern Quantität kohlensaures Gas erforderlich ist, die man im gekochten und distillirten Wasser, und in den Atmosphären des Was-

Wasserstoffgases und der Stickluft findet; wenn man bedenkt, daß dieses kohlensaure Gas 0,72 Sauerstoff enthält; wenn man die zuckrigte Materie bemerkt, die sich bildet, und die den 0,64 Sauerstoff enthält, so ist es unmöglich die Quelle dieses Stoffes irgendwo anders als im Wasser zu finden. Und nicht genug, auch Stoffe von Oelen und Pflanzensäuren müssen in dem Pflänzchen vorhanden seyn; denn wenn sie in dem keimenden Saamenkorne zerstört würden, so müßten sie für die sich entwickelnden Theile von neuem gebildet werden; würden sie aber nicht zerstört, so könnten sie die Kohlensäure nicht liefern, die man bemerkt. Ferner, da die Keimung der Anfang des Wachsthums ist, so muß sie allemal durch dieselben Mittel bewirkt werden, die in der erwachsnen Pflanze wirksam sind, und da ich schon in meiner Physiologie bewiesen habe, daß die atmosphärische Luft in der Pflanze nicht circulirt, so ist es wahrscheinlich, daß die Auflösung des Wassers den zum Wachsthume nöthigen Sauerstoff erzeugt.

Die

Die Gährung der Saamenkörner ist in der That nicht dasselbe, was die Weingährung ist, denn diese bringt nach den Versuchen des Lavoisier kein Wasserstoffgas hervor, jene aber, von der Mitte der Operation an, eine beträchtliche Menge. Warum man es nicht vom Anfange an bemerkt, habe ich schon erinnert, aber nie kann man es während der Keimung zur Bildung der ölichten Theile anders als durch die Auflösung des Wassers erhalten, weil die Zerstörung des Saamenkorns auch die Zerstörung den Pflänzchens nach sich ziehen würde.

Die Mittel, deren sich die Natur bedient, sind ihren Zwecken angemessen. Die Saamenkörner brauchen zuckrichte Materie zum keimen, die Natur mußte also Sauerstoffe mit Kohle und Pflanzensäure verbinden; allein diese Zusammensetzung würde nicht erfolgen, wenn sie die Lebensluft mit der Kohle und der Säure vereinigte, daher ist die Auflösung des Wassers nöthig, daß in den Saamenkörnern enthalten ist; um diesen Sauerstoff der Kohle ohne Wärmestoff zuzuführen,

ren, welche von den Umständen, in welchen sich das Saamenkorn in diesem Zeitpuncte befindet, ihren Behältern entrissen wird. Auf diese Art bestätigte also diese zuckerichte Masse, die nach der Zergliederung des Vauquelin 64 Theile von Sauerstoff, 28 Theile Kohle, und 8 Theile Wasserstoff enthält, die Meinung von der Auflösung des Wassers durch das Wasserstoffgas, welches man darinnen findet; indessen würde man in einer Atmosphäre von Stickluft oder gemeiner Luft auch nicht eine Spur davon finden können. Dasselbe könnte man von der Bildung des Gummi sagen, welches nach der Zergliederung jenes berühmten Chimikers 65,38 von Sauerstoff, 23,18 Kohle, und 11,54 Wasserstoff enthält; man findet dessenungeachtet Gummi in dem Pflänzchen, und es zeigt sich in dem Grade, in welchem die Keimung fortschreitet, obgleich das Gummi des Saamenkorns vernichtet wird.

Wird es nicht bey der großen Wichtigkeit des Wassers zur Keimung aufs neue wahrscheinlicher, daß seine Zersetzung unentbehrlich zur Keimung

ist?

ist? Sollte es blos auf die Anfeuchtung des Saamenkorns eingeschränkt seyn? Sollte es nicht auch dem Pflänzchen Grundstoffe (élémens) zu Nahrungssäften zuführen? Dies wird wenigstens durch meine vorhergehenden Bemerkungen wahrscheinlich.

Gegen eine Sache, welche die Erfahrung nicht aufklären kann, finden sich tausend Einwendungen. So kann man z. B. sagen: die Saamenkörner, die auf dem Wasser in gemeiner Luft gekeimt haben, wachsen nur während eines Zeitraums, der mit der Luftmasse in Verhältniß steht, welche mit den Saamenkörnern eingeschlossen ist; wenn nun das Saamenkorn, oder die Pflanze das Wasser auflößt, und daraus Lebensluft schöpfen kann, warum bedarf sie denn der Lebensluft, welche ihr die Atmosphäre versagt, in welcher sie gelebt hat? (a vécu). Allein was unter einem durch Wasser verschlossenen Gefäße geschieht, stellt die Ereignisse eines glücklichen Wachsthums nur unvollkommen vor. Das Daseyn der Kohlensäure ist gleich der Keimung und dem Wachsthume

thume sehr schädlich: die Pflanzen bedürfen einer Atmosphäre, wo sie Lebensluft finden, um sich der Kohle zu entledigen, die sie ununterbrochen absetzen, wie ich das in meiner Physiologie gezeigt habe. Daraus folgt, daß die Pflanzen durch die Feuchtigkeit unter den Recipienten unvermeidlich verdorben werden, auch leiden sie durch die überflüssige Kohle, die sie in einem gewissen Zeitraume nicht absetzen können, und durch die zerstörbare Wirkung, welche das Kohlensaure Gas in grosser Masse an ihrem Harze äußert. Da also die Organisation dieser Pflanzen derangirt ist, so ist es kein Wunder, wenn sie nicht so kraftvoll auf die Auflösung des Wassers wirken, oder diese Wirksamkeit ganz verlieren wenn ihre innere Verfassung bedeutender zerstört werden sollte.

Wird diese Erklärung aber auch auf die Saamenkörner anwendbar seyn können, die ohne Verbindung mit der Lebensluft keimen? Diese Schwierigkeit ist anfänglich auffallend; allein die Keimung der Saamenkörner ist nicht genau dasselbe, was das Wachsthum derselben nach der Keimung ist. Zur Keimung

mung wird bei einigen Saamenkörnern nur eine Wirksamkeit erfordert, welche die Massen, aus denen sie zusammengesetzt sind, mit dem Wasser in Verbindung bringen, das aufgelößt werden kann. Diese doppelte Operation ist hinreichend, um die überflüssige Kohle und Kohlensäure aus dem Saamenkorne zu treiben; hingegen das Pflänzchen, das sich schon aus dem Saamenkorne gedrängt hat, bedarf eines Zuflußes von frischer Luft und Licht um seine Entwicklung zu vollenden, und es gesund und stark zu erhalten. Ferner, die Saamenkörner, die im Wasserstoffgas und im Stickluft gekeimt haben, gehen darinnen bald ein, wenn man sie nicht in die Luft bringt, oder ihrer Atmosphäre Lebensluft zuführt; noch mehr, kaum haben diese Saamenkörner nur in so weit zu keimen angefangen, daß man das Wärzchen des Pflänzchen gewahr wird, so wird ihr Wachsthum schon durch alle die Ursachen aufgehalten, die die erwachsenen Pflanzen tödten würden, wollte man sie in diese Atmosphären versetzen, in welchen ihre Saamenkörner zu keimen angefangen haben.

Bey diesen Betrachtungen, die mir einiger ger Aufmerksamkeit werth zu seyn scheinen, muß ich bemerken, daß die Pflanzen die, in gekochtes und distillirtes Wasser gesetzt werden, beynahe kein Gas zum Vorschein bringen, und daß ich nie bemerkt habe, daß sie Wasserstoffgas erzeugten, so lange sie gesund sind. Indessen wenn sich das Wasser durch das Wachsthum auflößt, so sollte man an den Wachsthume Spuren dieser Auflösung des Wassers finden, die zur Erhaltung und zum Wohlbefinden der Pflanzen nöthig seyn soll. Ich gestehe, daß mir dieses Argument immer bedenklich gewesen ist, daher ich lange Berthollet widersprochen habe, der die Auflösung des Wassers behauptete; doch itzt halte ich dieses Argument gar nicht für unwiderlegbar.

Ich bemerke erstlich, daß die Auflösung des Wassers durch das Wachsthum unbezweifelt erfolgen würde, wenn die Pflanzen in gekochtem und distillirtem Wasser Lebensluft erzeugten; da dies aber nicht der Fall ist, so scheint mirs auch nicht erwiesen, daß sie das Wasser auflösen. Es wäre möglich, daß sie das Wasser nicht so leicht auflößten, wie

wie die Kohlensäure; es ließe sich denken, daß sie das Wasser nur dann auflößten, wenn sie der Stoffe desselben bedürfen, also nur, um die wichtige Portion von Sauerstoff und Wasserstoff zu erhalten, die sich unmittelbar combiniren müssen und daß diese Auflösung sich nach den Zustande richtet, in welchem sich diese Stoffe befinden, und nach den Umständen, unter welchen sie erfolgt. Es kann seyn, daß diese Auflösung die Verbindung beschleunigt, die zwischen den Pflanzentheilen und dem Wasser Statt findet, das sich, in sehr kleine Theile vertheilt, in den Absonderungsgefäßen, (filtres) der, den Nahrungssafft enthaltenden inneren Substanz der Pflanze (parenchyme) befindet; daß diese Verbinbindungen mit den Massen der Materien verschwistert sind, die diese Verbindungen bewirken; auch würde in diesem Falle diese Auflösung nur zur Bildung neuer Zusammensetzungen erfolgen, die keine aufgelößten Theile fahren lassen. Auf diese Art muß sie nothwendig in der dünn und schmächtig geraden (etiolée) Pflanze vor sich gehen, in welcher beinahe weiter kein aufgelößtes kohlensaures

Gas enthalten seyn kann, als das zur Unterhaltung der Pflanze unentbehrlich erforderlich ist, weil der Einfluß des Lichtes diese Wirkung nicht hervorbringen könnte; eben so muß sie auch in der grünen Pflanze erfolgen, und so wird sie in beiden durch eine unmerkliche und fortgesetzte Gährung in ihnen unterhalten, welche ohne Zweifel von der weit stärkern Gährung in dem keimenden Saamenkorne herrührt. Man kann sich sehr natürlich vorstellen, daß die Keimung eine Art Bierhefen in das Pflänzchen bringt, welche diese unmerkliche Gährung, so lange diese Pflanze dauert, veranlassen und unterhalten, gerade so, wie immer neuer Weinessig entsteht, wenn man in die Tonne so viel Wein zugießt, als man Weinessig abzieht. Endlich findet in allen Fällen ein großer Unterschied unter den Ursachen und Wirkungen der Keimung, und unter den Ursachen und Wirkungen des Wachsthums Statt. Die Keimung soll beinahe unbewegliche Organe auf mannichfaltige Art erschüttern; das Wachsthum soll diese Bewegungen nur unterhalten. Die Keimung soll in sehr kurzer Zeit eine bedeutende Entwicklung bewirken; das

Wachs=

Wachsthum soll diese Entwicklung durch sich annähernde Schattirungen (nuances plus raprochées) nur erhalten. Die Keimung muß auf ein sehr schwaches Wesen wirken; das Wachsthum hat es mit einem weit kraftvollerm Wesen zu thun. Die Keimung muß aus dem Saamenkorne und dem Wasser alle Mittel ihrer Wirksamkeit ziehen; das Wachsthum sucht diese Mittel im Wasser, das durch Kohlensäure durchsäuert ist, die es aus der Erde zieht, und sich darzu der Einwirkung des Lichtes bedient. Diese Unterschiede lassen auch Unterschiede in den Mitteln vermuthen; deswegen liefern die Saftgänge dem Pflänzchen die nährende Flüssigkeit, welche die Blätter für die Pflanze bereiten, und deswegen hat das Pflänzchen Hülfsquellen nöthig, welcher die erwachsene Pflanze nicht bedarf; deswegen zeigt sich endlich auch die Gährung weit auffallender an dem keimenden, als in dem aus der Erde hervorgewachsenen Saamenkorne; und diese weit wirksamere Gährung macht es auch wahrscheinlicher, daß die Auflösung des Wassers bey der Keimung, als bey dem Wachsthume erfolgt. Wenn das keimende

Saa-

Saamenkorn nicht gleich anfänglich Wasserstoffgas erzeugt, so geschieht das deswegen, weil sie es zum Nutzen des Pflänzchens verwendet, um den Zucker und die zur Nahrung gehörigen Säfte zu bereiten; und dies ist auch ohne Zweifel die Ursache, warum die erzeugten Gase beim Anfang der Keimung so sparsam zum Vorschein kommen.

Wenn man aber annimmt, daß diese Auflösung des Wassers in den Pflanzen vor sich geht, könnte man dann die Mittel vorherbestimmen, welche die Natur dies zu bewirken anwendet? Es würde unmöglich seyn, diese Frage zu erörtern, ohne sich in das Land der Hypothesen zu verirren, das oft eben so wüste als unfruchtbar ist. Man kann jedoch von Thieren und Pflanzen annehmen, daß unter den so sonderbar verknüpften und verschieden modificirten Verbindungen, die unter so vielen verschiedenen Stoffen Statt finden müssen, einige die Auflösung des Wassers bewirken können; besonderswenn man von den uns bekannten Verbindungen zu solchen übergienge, die man zwischen Stoffen und Gasen stiften könnte, die mit verschiednen Quantitäten Wärmestoff

mestoff geschwängert, oder ganz damit angefüllt sind, oder die mit uns bekannten Stoffen so combinirt wären, daß ihre eigenthümliche Gewalt dadurch sehr verstärkt würde. Doch die Möglichkeit einer Wirkung ist noch kein Beweis für ihre Wirklichkeit.

Könnte man diesen Gegenstand nicht unter einen andern Gesichtspunct bringen? Wenn man sieht, daß die Thiere wie die Pflanzen aus Stoffen gebildet sind, welche mehr oder weniger nur vollkommne Leiter der Electricität sind, die nicht einerlei Fähigkeit haben, dieses Fluidum zuzuleiten, wovon einige säurefähige Stoffe liefern, da hingegen andre säurend sind, könnte man daraus nicht vermuthen, daß in dem organisirten Wesen etwas vorgehen könnte, das mit den Wirkungen der Voltaischen Säule analog ist, wo, wie mich dünkt, die Erd- oder Luftelectricität unter einer besondern Modification erscheint, durch welche sich die galvanischen Wirkungen von den electrischen unterscheiden? Auf diese Art kann man glauben, daß es Fälle giebt, wo das Wasser sich auflösen würde. So kommt man nach allen über diesen Gegenstand schon gemachten Erfahrungen ganz natürlich auf den Gedanken z. B.

den electrischen Fisch wie eine galvanische Säule zu betrachten; man bemerkt, daß alle Pflanzentheile mehr oder weniger durch ihre harzigen Rinden isolirt sind. Doch ich verweile mich: die Erfahrung muß über diese Vermuthungen entscheiden; meine Geschäfte haben mir nicht erlaubt, mich in diesen neuen Ocean zu wagen, auf welchem noch kein Ausweg zu finden ist.

Ich schließe mit dem Wunsche, daß sich einige naturforschende Chymisten über diesen schweren Gegenstand vereinigen mögen, um die Wahrscheinlichkeit der Auflösung des Wassers in den Pflanzen zu beweisen, weil sie der Schlüssel zu verschiednen Schwierigkeiten in der Physiologie der Pflanzen ist, die man bis itzt ohne sie nicht auflösen kann; indessen, so sehr ich mich auch gedrungen fühle diese Auflösung zu glauben, so bin ich doch überzeugt, daß man sich um die Physiologie der Pflanzen sehr verdient machen würde, wenn man beweisen könnte, daß die Auflösung des Wassers nicht in den Pflanzen Statt finden kann, weil man dann andre Mittel aufsuchen würde, um die Erscheinungen zu erklären, welche diese Auflösung vor der Hand allein befriedigend aufklären kann.

Gedruckt bei E. A. Telgener, in Hannover.

Litterarische Anzeigen.

Folgende empfehlungswerthe ökonomische und andere nützliche Schriften sind bey den Gebrüdern Hahn, und in allen Buchhandlungen für beigesetzte Preise zu haben.

Leopold's J. L. G., Haus- und Landwirthschafts-Calender für Jedermann; 8. 12 ggr.

Anweisung für die Zäumung der Pferde. 2 ggr.

— — zu Anlegung und Wartung guter Hecken allerley Art; gr. 8. 3 ggr.

Vieharzt, der sicher und geschwind heilende; oder Anweisung, wie man die Krankheiten der Pferde, des Rindviehes, der Schafe, Schweine und des Federviehes erkennen und auf eine wohlfeile Art bald und gründlich heilen kann. Von einem erfahrnen Vieharzte; nebst einer Haus-Apotheke für d. Landmann. 8. 6 ggr.

Beroldingens, von, Beobachtung, Zweifel und Fragen, die Mineralogie überhaupt, und ein natürliches Mineralsystem betreffend. 2 Bde. gr 8. 3 Rthlr. 8 ggr.

Bösens, J., Beschreibung u. Abbildung einer erfundenen Heb-Maschiene, womit man Bäume und Wurzeln aus der Erde heben kann. 8. 5 ggr.

Bröck, J. A. F., der unparteyische Pferdekenner; oder Anweisung, wie man von gut gebaueten Pferden eine gründliche Kenntniß erlangen kann. 8. 6 ggr.

Ehrhard, Fr., Beyträge zur Naturkunde und den damit verwandten Wissenschaften, besonders der Botanik, Chemie, Haus- und Landwirthschaft; 8 Bände, gr. 8. 4 Rthlr.

Forstcatechismus für Anfänger. 8. 6 ggr.

Holschers, H. C. C., practische Erfahrungen von der Bienenzucht, gr. 8. 6 ggr.

Scheiblers Samml. der merkw. Abhandl. über Thierkrankheiten; 2 Thle. 8. 1 Rthlr.

Schraders Spicilegium florae germ. 8. maj. 18 ggr.

Abhandlung, vollständige, über die Methode, den Flachs- und Hanfbau zu betreiben, mit Kupf. 8. 6 ggr.

Abhandlungen, neue, und Nachrichten der Landwirthschaftsgesellschaft in Celle, 4 Bände. 1 Rthlr. 12 ggr.

Beantwortung der Preißaufgabe: Welches ist die vortheilhafteste Methode, den Flachs- und Hanfbau zu betreiben? 5 ggr.

Biallon, K. C., practische Anweisung zum Flachs- u. Hanfbau. 8 3 ggr.

Brandes, J. G., gutachtliche Vorschläge, wie in Landes-Oekonomie-Angelegenheiten könne verfahren werden. Neue Auflage. 8. 16 ggr.

Ebermaier, J. C., über die nothwendige Verbindung der systemat. Pflanzenkunde mit der Pharmacie und über die Bekanntmachung der giftartigwirkenden Pflanzen, 8. 7 ggr.

Lüdemann's, A. G., zuverlässige, in ganz Deutschland brauchbare geometrische Tabellen, für Besitzer grosser Landgüter, für Oekonomen und Verwalter. 8. 10 ggr.

Laien in der Mathematik, welche doch ihr Beruf nöthigt, Feldmessungen zu besorgen, finden hier die sichersten, vollständigsten Hülfstafeln für nöthige Berechnungen. Wer die Lage unserer ökonomischen Verwalter, Gutsadministratoren und Landwirthe aus eigener Erfahrung kennt, der wird das Verdienst des Verfassers zu würdigen wissen, indem er den ausgebreiteten Nutzen dieser Schrift einsieht. Sie wird um so schätzbarer, da eigene Erfahrung den Verf. die beste Methode, dergleichen Vermessungen zu berechnen, lehrte, und langjährige vielfältige Praxis ihn darin befestigte.

Piepenprings, D. G. A., Anleitung zur Kenntniß der Acker-Erdarten. 8. 14 ggr.

Man betrieb bisher den Ackerbau größtentheils mehr nach zufälligen Erfahrungen, als nach reinen geprüften Grundsätzen. Des Verfassers Absicht ist, einen Beitrag zur Verminderung dieses Uebels zu geben. Er untersucht gründlich die innern Bestandtheile des Bodens und ihre Verschiedenheit; er ertheilt sichere Mittel gegen die Fehler derselben. So führt er die Leser zu richtigen Begriffen über die Lehre von Düng- und Verbesserungsmitteln, und deckt mit Scharfsinn und Sachkenntniß die Irrthümer auf, welche darüber bey den meisten Oekonomen noch herrschen. Allen Landwirthen ist daher dies Buch sehr zu empfehlen; und wem an gründlicher Kenntniß des Ackerbaues etwas liegt, der möchte es nicht entbehren können.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Huber, François / Senebier, Jean, / Riem, Johann,

Bemerkungen über den Einfluß der Luft, und einiger gasartigen Stoffe auf die Keimung verschiedener Saamenkörner

Hannover 1805

Phyt. 282
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10301912-7